



EESTI MAAÜLIKOOL  
Majandus- ja sotsiaalinstituut

**Kadri Punder**

**PIIMAKARJA TERVIS JA SELLE SEOSSED ETTEVÕTETE  
TOOTLIKKUSE JA TEHNILISE EFEKTIIVSUSEGA  
EESTIS AASTATEL 2012–2017**

DAIRY CATTLE HEALTH AND ITS RELATION WITH  
COMPANIES PRODUCTIVITY AND TECHNICAL  
EFFICIENCY IN ESTONIA 2012–2017

Magistritöö

Majandusarvestuse ja finantsjuhtimise õppekava

Juhendaja: Helis Luik-Lindsaar, *MSc*

Tartu 2019

Eesti Maaülikool		Magistritöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Kadri Punder		Õppekava: Majandusarvestus ja finantsjuhtimine	
Pealkiri: Piimakarja tervis ja selle seosed ettevõtete tootlikkuse ja tehnilise efektiivsusega Eestis aastatel 2012–2017			
Lehekülgi: 71	Jooniseid: 10	Tabeleid: 10	Lisasid: 4
Osakond / Õppetool: Majandus- ja sotsiaalinstituut ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: S187 Juhendaja(d): Helis Luik-Lindsaar Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2019			
<p>Piimatootmine on Eestis üks olulisemaid põllumajanduslikke tootmisharusid. Lüpsikarja tervis mõjutab ettevõtete tulusid ja kulusid. Karjas olevate haigete loomade tõttu väheneb piimakus ning tekivad taastootmisprobleemid, mis omakorda mõjutavad negatiivselt ettevõtete tootlikkust ja tehnilist efektiivsust. Magistritöö eesmärgiks on välja selgitada Eesti piimatootmisettevõtete tehniline efektiivsus ja tootlikkus ning leida seoseid efektiivsuse ja piimakarja tervise vahel. Käesolevas magistritöös kasutatakse <i>FADN</i> (<i>Farm Accounting Data Network</i>) andmebaasi andmeid perioodi 2012–2017 kohta, EPJ (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll) andmeid 2012. ja 2017. aasta kohta. Töös käsitletakse tehnilist efektiivsust (<i>CRS</i>), puhast tehnilist efektiivsust (<i>VRS</i>) ja mastaabiefekti (<i>SE</i>). <i>DEA</i> analüüsi abil selgitatakse välja piimatootmisettevõtete efektiivsusskoorid. Tootlikkuse ja efektiivsuse analüüsist selgus, et mida suurem on piimatootmisettevõtte kari (&gt;300 lehma), seda paremad olid tootlikkuse ja efektiivsuse näitajad. Kõige madalamate tootlikkuse näitajatega oli suurusgrupp &lt;50 lehma. Kõige madalamate efektiivsusnäitajatega oli suurusgrupp 51–100 lehma. Regressioonanalüüsi tulemusena selgitati välja põhilised tegurid, millel on seos piimatootmisettevõtete lehmade produktiivsusele, söödakulude tootlikkusele ja tehnilisele efektiivsusele. 2012. aastal oli lehmade produktiivsus omavahelises seoses piima rasvasisalduse, somaatiliste rakkude arvu ja väljamineku vanusega. 2017. aastal lisandus antud näitajatele seos esmaspoegimisvanusega. Söödakulude tootlikkusel oli omavaheline seos 2012. aastal piimatoodangu ja somaatiliste rakkude arvuga. 2017. aastal olid seosed somaatiliste</p>			

rakkude arvu, esmaspoegimisvanuse, tootliku ea ja väljamineku vanusega. Tehnilisele efektiivsusele olid statistiliselt olulised muutujad 2012. aastal praakimismäär, piimatoodang, somaatiliste rakkude arv ja esmaspoegimisvanus, 2017. aastal lisandus nendele muutujatele ka väljamineku vanus.

Märksõnad: tootlikkus, tehniline efektiivsus, *DEA* meetod, piimakarja tervis

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Kadri Punder		Curriculum: Accounting and Financial Management	
Title: Dairy cattle health and its relation with company's productivity and technical efficiency in Estonia 2012–2017			
Pages: 71	Figures: 10	Tables: 10	Appendixes: 4
Department / Chair: Institute of Economics Social Sciences Field of research and (CERC S) code: S187 Supervisors: Helis Luik-Lindsaar Place and date: Tartu, 2019			
<p>Milk production is one of the most important agricultural industries in Estonia. Dairy cattle health influences both the income and expenses of companies. Milk production by sick animals in the cattle decreases and reproduction problems arise, which, in turn, have a negative effect on the productivity and technical efficiency of the companies. The aim of the Master's thesis is to ascertain the technical efficiency and productivity of Estonian milk production companies and find correlations between efficiency and dairy cattle health. In this Master's thesis, the data from the <i>FADN (Farm Accounting Data Network)</i> database for the period 2012–2017 and the data by Estonian Livestock Performance Recording Ltd on the years 2012 and 2017 have been used. In the thesis, technical efficiency under constant returns-to-scale (<i>CRS</i>), technical efficiency under variable returns-to-scale (<i>VRS</i>), and scale efficiency (<i>SE</i>) are addressed. Data envelopment analysis helps identify the efficiency scores of milk production companies, which allow estimating how much companies are able to increase production with the existing inputs. The analysis of productivity and efficiency showed that the larger the cattle in a milk production company – more than 300 cows – the higher the productivity and efficiency figures. The lowest productivity scores were in the size class of below 50 cows. The lowest efficiency scores were in the size group 51–100 cows. As a result of the regression analysis, it appeared that the main factors affecting milk productivity in year 2012 were: milk fat, somatic cell count and rejection rate. Feed cost productivity were influenced by: milk production and somatic cell count. In 2017 the feed cost productivity were influenced by somatic cell count, age at first calving, productive lifetime and rejection</p>			

rate. Technical efficiency under variable returns-to-scale of companies in 2012 was the most impacted by rejection rate, milk production, somatic cell count, age at first calving, productive lifetime and culling age. In 2017, the technical efficiency of milk production companies under variable returns-to-scale was influenced by mating rate and milk production.

Keywords: productivity, technical efficiency, *DEA* method, dairy cattle health

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	7
1. TOOTLIKKUS, EFEKTIIVSUS JA LÜPSIKARJA Tervis .....	9
1.1. Tootlikkuse käsitlemine, mõõtmine ja hindamine.....	9
1.2. Efektiivsuse olemus ja tehniline efektiivsus DEA meetodil .....	12
1.2.1. Efektiivsuse teoreetilised alused.....	12
1.2.2. DEA meetod efektiivsuse hindamisel ja varasemad uuringud .....	14
1.3. Lüpsikarjas esinevad peamised haigused ja võimalused nende ennetamiseks....	20
1.3.1. Udarahaigused ja vead .....	24
1.3.2. Sigimisprobleemid .....	26
1.3.3. Jäsemeprobleemid .....	28
2. TOOTLIKKUS, EFEKTIIVSUS JA LÜPSIKARJA Tervis	
PIIMATOOTMISETTEVÕTETES AASTATEL 2012–2017 .....	31
2.1. Uurimistöö metoodika .....	31
2.2. Eesti piimatootmisettevõtete tootlikkusnäitajad .....	35
2.2.1. FADN testettevõtete ja EPJ lehmade produktiivsus.....	35
2.2.2. Maa tootlikkus .....	39
2.2.3. Söödakulude tootlikkus .....	40
2.2.4. Vahetarbimiskulude tootlikkus.....	43
2.3. Piimatootjate tehniline efektiivsus suurusgrupiti aastatel 2012–2017 .....	45
2.4. FADN piimatootjate lüpsikarja tervise analüüs .....	53
KOKKUVÕTE .....	59
KASUTATUD KIRJANDUS .....	62
LISAD .....	66
Lisa 1. Suurusgruppide investeeringud aastatel 2012-2015 lehma kohta .....	67
Lisa 2. Optimaalse ressursikasutusega ehk SE=1-ga ettevõtete arv aastate lõikes 2012-2017 .....	68
Lisa 3. Puhta tehnilise efektiivsuse (VRS) skoorid aastate lõikes 2012-2017	
piimatootmisettevõtete kaupa .....	69
Lisa 4. Piimakarja tervise ja puhta tehnilise efektiivsuse seosed aastatel 2012 ja 2017 ..	71

## SISSEJUHATUS

Piimatootmine on Eestis üks olulisemaid põllumajanduslikke tootmisharusid. Lüpsikarja tervis mõjutab ettevõtete tulusid ja kulusid. Karjas olevate haigete loomade tõttu väheneb piimakus ning tekivad taastootmisprobleemid, mis omakorda mõjutavad negatiivselt ettevõtete tootlikkust ja tehnilist efektiivsust.

Piimatootmisettevõtete tulemusliku toimimise eesmärgiks on toota palju ja kvaliteetset toodangut ja seda võimalikult madalate kuludega. Aina kasvava konkurentsi tõttu seisavad põllumehed silmitsi madala piimakokkuostuhinnaga, millest tulenevalt peavad piimatootmisettevõtted olema tootlikud ja kasutama olemasolevaid ressursse võimalikult efektiivselt. Lisaks tootlikkuse ja efektiivsuse olulisusele on piimatootjad hakanud tähelepanu pöörama loomade heaolule, kuna piimakarja tervis mõjutab olulisel määral tootmistulemusi. Probleemid lüpsikarja tervisega suurendavad veterinaarkulusid ning vähendavad kogutoodangut. Selleks, et hoiduda kulude suurenemisest ja toodangu mahu vähenemisest, tuleks välja selgitada, millised lüpsikarja haigused mõjutavad ettevõtete tootlikkust ja tehnilist efektiivsust kõige rohkem.

Magistritöö eesmärgiks on välja selgitada Eesti piimatootmisettevõtete tehniline efektiivsus ja tootlikkus ning leida seoseid efektiivsuse ja piimakarja tervise vahel.

Eesmärgi saavutamiseks on magistritöö autor püstitanud järgmised uurimisülesanded:

- 1) anda ülevaade tehnilist efektiivsust ja tootlikkust käsitlevatest teoreetilistest seisukohtadest;
- 2) selgitada välja ja anda ülevaade piimakarjas esinevatest peamistest haigustest, mis on EPJ andmetel peamisteks loomade prakeerimise põhjuseks;
- 3) selgitada välja *FADN* andmete põhjal Eesti piimatootmisettevõtete tehniline efektiivsus ja tootlikkus;
- 4) selgitada välja regressioonianalüüsi abil piimatootmisettevõtete tootlikkuse, tehnilise efektiivsuse ja lüpsikarja tervise seosed.

Käesolev magistritöö koosneb kahest osast. Teoreetilises osas antakse ülevaade tootlikkuse ja efektiivsuse olemusest läbi erinevate autorite käsitluse. Samuti käsitletakse põhilisi karjatervise probleeme, mis kaasnevad piimakarjapidamisega. Seejärel leitakse karjatervise probleemide seosed ettevõtte tootlikkuse ja tehnilise efektiivsusega. Empiirilises osas kirjeldatakse käesoleva töö metoodikat ja kasutatavaid andmeid. Antakse ülevaade põhilistest töös kasutatavatest andmeallikatest ning andmete analüüsimeetoditest. Tuuakse välja andmete analüüsi tulemused ning arutletakse, kuidas lüpsikarja tervis seostub erinevatesse suurusgruppidesse kuuluvate piimatootmisettevõtete tehnilise efektiivsusega. Töös kasutatavad andmed pärinevad nii *FADN (Farm Accounting Data Network)* kui ka EPJ (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll) andmebaasist. Suuremad tabelid ja andmete analüüsid on välja toodud lisadena. Ülevaade olulisematest tulemustest kajastatakse töö kokkuvõttes.



# 1. TOOTLIKKUS, EFEKTIIVSUS JA LÜPSIKARJA TERVIS

## 1.1. Tootlikkuse käsitlemine, mõõtmine ja hindamine

Kiirem majanduskasv saavutatakse läbi suurema tootlikkuse, innovaatiliste toodete ja teenuste kaudu. Vaatamata sellele, et üha enam panustatakse teadus- ja arendustegevusse on tootlikkuse kasv Eestis viimastel aastatel aeglustunud. Kuna tootlikkus on konkurentsivõime ja majanduskasvu alustala, tuleb ettevõtetel enda valduses olevaid ressursse võimalikult efektiivselt kasutada. Käesolevas alaosas antakse ülevaade tootlikkuse olemusest, selle mõõtmisest ja hindamisest läbi erinevate autorite käsitluse.

Tootlikkust vaadeldakse laiemalt, mitte üksnes tööviljakusena, vaid kõigi tootmistegurite (maa, tööjõud, kapital, materjalid, energia, tooraine) tõhususe näitajana (Kalle 2007: 5). Tootlikkus esindab endas võimet muuta tootmise sisendid väljunditeks ning seda saab mõõta riigi, tööstuse või farmi tasandil (Fostering... 2011: 9). Mereste (2003 II kd: 337) käsitleb tootlikkust kui jõudlust, produktiivsust ja viljakust. Alver J. ja Alver L. (2011: 505) määratlevad tootlikkust kui väljundite suhet kulutatud sisenditesse. Seega tootlikkus ehk produktiivsus on kõigi olemasolevate vahendite efektiivsuse näitaja.

Mereste koondab produktiivsuse, tootlikkuse, jõudluse ja viljakuse ühtse mõiste alla ning mõtestab need lahti kolmel erineval viisil (Mereste 2003 II kd: 337):

- Võime ja suutlikkus anda ajaühikus teatav hulk toodangut;
- Väljundi ja tootmiseks kulutatud sisendite suhe;
- Ettevõtte võime toota ajaühikus teatav kogus toodangut või teenust.

Selleks, et ettevõtted saaksid leida erinevaid tootlikkuse näitajaid on kasutusele võetud ühtne valem, mis on välja toodud allpool (Parham 2014: 2):

$$Tootlikkus = \frac{Väljund}{Sisend} \quad (1)$$

Tootlikkus on peamine tegur, mis mõjutab ettevõtte tasuvust ja konkurentsivõimet (Hannula 1999: 1). Maailmaturuhinnad avaldavad mõju väljundite ja sisendite hindadele, mistõttu tootlikkuse tõstmiseks peavad ettevõtted kasutama uusi tehnoloogilisi lahendusi ja teadmispõhist juhtimist. Ettevõtte tulemuslikuks toimimiseks tuleks rakendada erinevaid tehnoloogiaid ja vajaduse korral asendada sisendeid selleks, et saavutada paremad väljundid. (Nossal, Sheng 2010)

Tootlikkuse kasvu tagamiseks tuleb tegeleda selle mõõtmisega. Tootlikkuse tõstmise esimene etapp on tootlikkuse mõõtmine, kuna ilma mõõtmiseta ei saa ka tootlikkust hinnata ja analüüsida ega prognoosida ja planeerida. (Kalle 2007: 13)

Enamasti teatakse kahte tootlikkuse mõõtmise meetodit (Kalle 2007: 7: 15):

1. Naturaalset (väljund on naturaalihikutes ehk tk, kg, m jmt) mõõtmismeetodit kasutatakse toodangu puhul, mille väljund on üheliigiline ja kvaliteet on stabiilne.
2. Väärtuselist (väljund on rahaühikutes ehk euro, dollar jmt) mõõtmismeetodit kasutatakse sellisel juhul, kui väljunditeks on müügimaht, lisandväärtus ja kaubatoodang.

Naturaalse- ja väärtuselise mõõtmismeetodiga saab leida mitmeid tootlikkuse näitajaid, lähtuvalt ettevõttes kasutamisel olevatest sisenditest. (Kalle 1997: 5: 11) Sumanth (1997:5) jaotab tootlikkuse näitajad kolme gruppi:

$$\text{Osa ehk teguritootlikkus} = \frac{\text{Väljund}(id)}{\text{Üks sisend}} \quad (2)$$

$$\text{Tegurirühma tootlikkus} = \frac{\text{Väljund}(id)}{(\text{Töö} + \text{Kapital})} \quad (3)$$

$$\text{Kogu – ehk üldtootlikkus} = \frac{\text{Väljund}(id)}{\text{Kõik sisendid}} \quad (4)$$

Osatootlikkuse valem on seotud ühe sisendiga, mille kasutamise eesmärgiks on mõõta, kuidas toodang aja jooksul teatud sisendi ühiku kohta muutub (Fostering... 2011: 22). Tegurirühma tootlikkuses (valem 3) käsitletakse mitut kulu-elementi, kus on võimalikud mitmesugused kombinatsioonid tulenevalt tootlikkuse mõõtmise eesmärkidest, ajast ruumis ja kulude osakaalust. (Kalle 2007: 17–18) Kogutootlikkus (valem 4) hõlmab kõikide sisendite mõju väljunditele (Hannula 1999: 16). Peamised sisendid, mida põllumajandusettevõtted oma tootmises kasutavad on: piimalehmade arv, maa, töö, tööjõud, söödad, kapital, amortisatsioon jm. Tulenevalt tootlikkuse suhtelise kahanemise seadusest,

kui tootmisprotsessis suurendatakse kasutatavaid sisendeid, siis omakorda kasvab ka toodangu maht, ent siinkohal tuleb arvestada ka tootlikkuse langusega iga lisatud sisendi ühiku kohta. Tulenevalt ettevõttes püstitatud eesmärkidest ja kasutuses olevast tehnoloogiast pannakse paika tootmisprotsessi iseloom. (Karm 2002: 285)

Tootlikkuse hindamine ja analüüs on järgmine etapp peale tootlikkuse mõõtmist, millele järgneb tootlikkuse kasvu planeerimine. Magistritöö autori arvates omab tootlikkuse hindamine olulist rolli, kuna selle põhjal saab kõrvutada oma ettevõtte tulemusi teiste ettevõtete tulemustega ning teha järeldusi, mille alusel on võimalik parandada enda ettevõtte konkurentsivõimet ja jätkusuutlikkust. Samuti on võimalik selle põhjal uurida nt ettevõtte mahajäämust ning muuta kas sisendeid või väljundeid, et tootlikkuse taset tõsta. Tootlikkuse hindamine ja analüüs on teineteisega seotud. Tootlikkust saab hinnata läbi erinevate meetodite (Kalle 2007: 26):

- Tootlikkuse võrdlusanalüüs – selle analüüsi käigus võrreldakse oma ettevõtte tootlikkuse teiste samas valdkonnas tegutsevate ettevõtete tootlikkustega. Eesmärgiga leida parima tootlikkusega ettevõtte ja seejärel parandada oma tulemust. (Kalle 2007: 26);
- Tootlikkuse seoste lihthinnang – tootlikkuse taseme või kasvu kõrvutamine ettevõtte teiste oluliste näitajatega, ent ei analüüsita põhjalikult tegureid. (Kalle 2007: 34)
- Tootlikkusläve leidmine ehk tootlikkuse tase, millest alates saadakse kasumit – tootlikkusläve leidmine ja hindamine ühildub tootlikkuse ja kasumi seoste analüüsiga. Seda saab teha lihtanalüüsiga tegurijärgselt ja korrelatsioon – regressioonianalüüsiga. (Kalle 2007:36)

Võrdlusanalüüsi kasutab enamus ettevõtteid ja laialt levinud on see tööstusettevõtete seas. (Lema 1996: 64)

Eelneva alapeatüki põhjal võib väita, et majandustulemuste hindamiseks on tootlikkus põhinäitajaks. Tootlikkuse hindamise ja analüüsimise käigus saavad ettevõtted otsustada, milliseid muudatusi oleks vaja teha tulemuslikumaks tootmiseks. Tootlikkuse leidmine on ettevõtetele abiks, et paika panna plaanid järgnevateks aastateks, teha prognoose ja hinnata ettevõtte jätkusuutlikkust. Tootlikkuse kasvu puhul toodavad töötajad sama ajaühiku jooksul rohkem kaupu/teenuseid ning mida oskuslikumat tööjõudu ettevõtte kasutab, seda suurem on tootlikkus, millest tulenevalt teenib ettevõtte rohkem raha ning seetõttu saab ka rohkem

investeerida. Investeeringud uusimatesse piimatootmise tehnoloogiatesse suudavad tagada ettevõtete jätkusuutlikkuse. Lautade rekonstrueerimine või uute lautade ehitamine aitavad parandada lüpsikarja pidamistingimusi, mille tulemusena esineb piimakarjas vähem haigusi. Uute lüpsitehnoloogiate soetamine ja parem lüpsihügieen tagavad kõrgema piima kvaliteedi, mille läbi saavutatakse madalam soomaatiliste rakkude arv piimas. Kuna kvaliteetset tööjõudu napib, siis on kaasaegne tehnoloogia ettevõtte suurimaks abiliseks. Järjest uuenevad tehnoloogiad ja masinad aitavad piimatootmisettevõtetel jälgida ja tõsta laudas elavate loomade heaolu ning ennetada piimakarjas esinevaid haigusi, mida inimtööjõuga ei ole võimalik hoomata.

## **1.2. Efektiivsuse olemus ja tehniline efektiivsus DEA meetodil**

### **1.2.1. Efektiivsuse teoreetilised alused**

Käesolevas alapeatükis antakse ülevaade efektiivsuse olemusest ja seda mõjutavatest teguritest ning *DEA* meetodist. Tootlikkus ja efektiivsus on omavahelises seoses, kuna tootlikkus näitab seda kui efektiivselt ettevõtted oma tootmise sisendeid kasutavad. Põllumajandusettevõtted seisavad pidevalt silmitsi ressursside vähesusega, mistõttu tuleb tähelepanu pöörata nende võimalikult efektiivsele kasutusele.

Mitmed efektiivsuse teemal kirjutanud autorid ei erista tootlikkust ja efektiivsust. Näiteks Cooper, Seiford ja Tone (2007) defineerivad nii tootlikkust kui ka efektiivsust väljundi ja sisendi suhtena.

Efektiivsus ja tootlikkus on kaks omavahel koostööd tegevat kontseptsiooni. Efektiivsuse mõõdikud on tootlikkuse omadest täpsemad, sest hõlmavad võrdlust efektiivseima piiriga. (Coelli jt 2005: 43–44)

Lovell (1993) kirjeldab tootmisüksuse efektiivsust võrdlusena selle väljundi ja sisendi mõõdetud ning optimaalsete väärtuste vahel. Võrdlust võib väljendada vastavast sisendist saadava mõõdetud ja maksimaalse potentsiaalse väljundi suhtena või vastava väljundi saamiseks mõõdetud vajaliku sisendi ja minimaalse potentsiaali suhtena.

Efektiivsust käsitletakse üldjuhul kui mõjusust, tõhusust, tulemuslikkust või kasumlikkust. Kalle (2007: 8) hinnangul on efektiivsus laiemas tähenduses süsteemi plaanitud eesmärgi saavutamise aste või teatava tegevuse lõpetatuse määr. Eesmärk võib olla majanduslik, sotsiaalne, tehniline, teaduslik, ökoloogiline ja muu.

Mereste (2003 I kd: 145) väidab, et efektiivsus on kasumlikkus, kus eesmärk saavutatakse võimalikult madalate kuludega.

Witzel (2004) käsitleb efektiivsust tegevusena, mille tulemusena kulud investeeringutesse oleksid madalamad ja ettevõtte võime toota kasvaks. Kindlaks kujunenud käsitlus efektiivsusest eeldab seda, kus ettevõtte jagatakse erinevateks osadeks ning iga osa uuritakse eraldi ja leitakse kitsaskohad, mida paremaks muuta.

Efektiivsust on võimalik vaadelda nii kitsamas kui ka laiemas tähenduses. Laiemas tähenduses peetakse selle all silmas süsteemi kavandatud eesmärgi saavutamise astet või teatava tegevuse lõpetatuse määra. Kitsamalt võib pidada efektiivsust kui majanduslikkust, mida saab väljendada suhtega (Kalle 2007: 8):

$$Efektiivsus = \frac{Eesmärk (tulemus)}{Vahendid (kulutused)} \quad (5)$$

Kui vaadata ülaltoodud valemit (valem 5), siis eesmärgina saab kasutada toodangumahtu, tulemust ja teenust ning vahendina võib kasutada tööjõudu, energiat ja kapitali. Efektiivsust saab käsitleda kaheti: majanduslik efektiivsus ja tehniline efektiivsus. (Kalle 2007: 7–8)

Alver J. ja Alver L. (2011: 12) arvates saab majanduslikku efektiivsust kirjeldada sellega, kui efektiivselt ettevõtted kasutavad oma tootmises olemasolevaid ressursse. Mereste (2003 I kd: 553–554) arvates uuritakse majanduslikku efektiivsust kogu rahvamajanduse, majandusharu või ettevõtte ulatuses. Eristatakse ühiskondliku tootmise (kogu rahvamajanduse), kapitalimahutuste, teadusuuringute, automatiseerimise, tehniliste uuenduste jms majanduslikku efektiivsust.

Majandusliku efektiivsuse kõrval saab leida ka tehnilist efektiivsust. Tehniline efektiivsus ehk tehniline tõhusus on tootmissisendite toodanguks muundumise tõhusus, mis leitakse toodangu tegeliku ja teoreetiliselt maksimaalse mahu suhtena. (Mereste 2003 II kd: 352) Kalle (2007: 7) käsitleb tehnilist efektiivsust kui naturaalihikutes olevate väljundite ja sisendite suhet. Konkurentsiolukorra analüüside metoodika uuringust tuleb välja, et

tehniline efektiivsus näitab võimet valida kõige sobivam tehnoloogia, et saavutada sisenditega maksimaalne väljund. (Konkurentsiolekorra 2009: 9)

Lovell (2003: 439) leiab, et tehniline efektiivsus kirjeldab ettevõtte võimekust leida parim tehnoloogia oma toodangu tootmiseks, mis aitab ettevõttel saavutada enda käsutuses olevate sisenditega maksimaalne hulk väljundit. Sealjuures peab silmas pidama, et sisendid rühmituvad kaheks:

- 1) kontrollitavad ja määratlevad sisendid – mitmesugused kulud;
- 2) mitte kontrollitavad sisendid – muutumatud tegurid, keskkonnategurid.

Käesoleva töö analüüsis hakatakse hindama kontrollitavaid ja määratlevaid sisendeid, nt söödakulud, maa, töö ja vahetarbimine, viimane koosneb ettevõtte eri- ja üldkuludest. Erikulud koosnevad seemne-, sööda-, ning muutuvkuludest loomakasvatustes. Üldkulud koosnevad masinate ja seadmete korrashoiust, energia tarbimisest, lepingulistest töödest ja muudest põllumajanduslikest üldkuludest.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et Kalle on oma uurimustes välja toonud, et majanduslik efektiivsus on pigem rahaliselt mõõdetav. Erinevalt Kallest on Mereste ja Alverid käsitlenud majanduslikku efektiivsust üldisemalt, mis iseloomustab valikute edukust ja sisendite kasutamise efektiivsust. Eeltoodust tulenevalt on selge, et majanduslik efektiivsus on näitaja, mis põhineb eesmärgi saavutamisel ning seda kui hästi eesmärk saavutati, iseloomustab toodangu hulk sisendite maksumuse kohta. Toetudes erinevate autorite käsitlustele, tuleb välja, et ettevõtte on siis tehniliselt efektiivne kui nad suudavad toota maksimaalset toodangut enda omandis kasutatavate sisenditega.

### **1.2.2. DEA meetod efektiivsuse hindamisel ja varasemad uuringud**

Käesolevas peatükis antakse ülevaade *DEA* meetodi ehk andmerajaanalüüsi (*Data Envelopment Analysis*) olemusest ja varasematest uuringutest, kus on antud meetodit kasutatud.

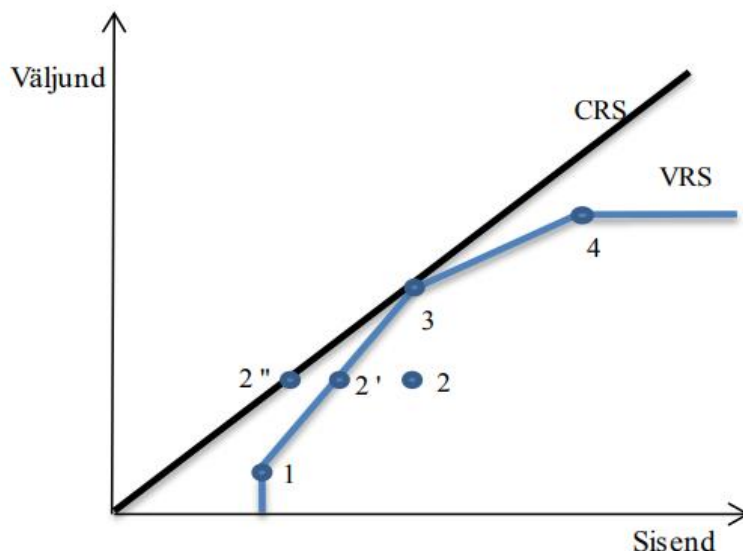
Esimest korda esitlesid *DEA* meetodit maailmale Cooper, Charnes ja Rhodes aastal 1978. Nimetatud majandusteadlased eeldasid mastaabiefekti puudumist. Hiljem tegid Färe,

Grosskopf jt mudelile lisatäienduse, et *DEA* meetodit saaks kasutada ka muutuvat mastaabiefekti eeldades (Coelli jt 2005: 162). *DEA* ehk andmeraja analüüsi meetod on üks võimalus, kuidas hinnata efektiivsust ning mis võimaldab vaadelda korraga mitut sisendit ja väljundit, et hinnata erinevaid efektiivsuse käsitlusi, millest populaarseim on tehniline efektiivsus (Cooper jt 2007: 2). Barnes (2006) on *DEA* meetodit käsitlenud kui jaotusvaba tehnikat, mis kalkuleerib kirjeldatud andmete kogumi efektiivsusskoori. *DEA* on meetod, mis võimaldab tootmissüsteemis kasutada mitut sisendit ja mitut väljundit.

Coelli jt (2005: 172) jaotab tehnilise efektiivsuse kaheks:

- 1) tehniline efektiivsus – leitakse siis, kui esineb mastaabiefekt;
- 2) puhas tehniline efektiivsus – seda saab leida siis, kui on tegemist muutuva mastaabiefektiga.

Alloleval joonisel 1 on välja toodud ettevõtted, kes toodavad samatüübilist toodangut nii muutuva mastaabiefekti (*VRS*) korral kui ka püsiva mastaabiefekti (*CRS*) korral. Vaadates allolevat joonist 1 ja oletame, et tegemist on mastaabiefektiga, siis tootmisettevõtte nr 2 on ebaefektiivne ja tootmisettevõtted 1, 3 ja 4 on efektiivsed. Et tootmisettevõtte nr 2 oleks muutuva mastaabiefekti (*VRS*) korral efektiivne on tarvis sisendeid vähendada punktini 2', püsiva mastaabiefekti (*CRS*) korral tagab efektiivsuse sisendite maht punktis 2''.



**Joonis 1.** Tehniline efektiivsus (*CRS*) ja puhas tehniline efektiivsus (*VRS*). (Coelli jt 2005: 175)

Püsiva mastaabiefekti korral on efektiivne vaid tootmisettevõtte nr 3, kelle sisendite ja väljundite kombinatsioon on mõlemal korral efektiivne, mis tähendab, et ettevõtte käsutuses olevate vahendite kasutamine on võimalikult ökonoomne ja mastaabiefekt võrdub ühega. (Coelli jt 2005: 175)

Mastaabiefekt leitakse läbi tehnilise ja puhta tehnilise efektiivsuse. Mastaabiefekt on toodangu kasv kõigi sisendite üheaegsel suurendamisel. Mastaabiefekt näitab, kas otsustusüksus on stabiilse, kahaneva või kasvava mastaabiefektiga. Tegemist on konstantse mastaabiefektiga kui kõik sisendid kahekordistuvad ja toodang kasvab täpselt kaks korda. Kui toodang kõigi sisendite kahekordistamisel kasvab vähem kui 100%, siis on tegemist kahaneva mastaabiefektiga. Kasvav mastaabiefekt esineb siis, kui sisendite kahekordistamisel kasvab toodang üle kahe korra. (Mereste 2003 I kd: 598)

Mastaabiefekt on tehnilise efektiivsuse ja puhta tehnilise efektiivsuse suhe (valem 6). (Coelli jt 2005: 172–173)

$$SE = \frac{CRS}{VRS} \quad (6)$$

DEA analüüsimeetodit on võimalik rakendada nii sisendile kui väljundile suunatult. Valik sõltub sellest, kas soovitakse sisendeid vähendada või väljundeid suurendada. (Coelli jt 2005: 180) Lisaks on oluline arvestada konkreetsete hinnatavate üksustega, nt põllumajandusettevõtetes, kus on magistritöö autori arvates suhteliselt fikseeritud kogus maad ja kapitali, ei saa väga kiirelt tootmissisendite kogust muuta. Seega on põllumajandusettevõtete puhul mõttekas rakendada väljundile orienteeritud lähenemist, kus sisendite kogus on fikseeritud ning leitakse, kui palju saaks tegelikult toota väljundit kasutatavate sisenditega.

DEA meetodis käsitletakse erinevaid otsustusüksusi, mida tähistatakse mudelis kui *DMU* (*Decision Making Units*). Hinnatakse otsustusüksuste sisendite ja väljundite suhteid ning võrreldakse neid teiste otsustusüksustega, mis kasutavad samasuguseid sisendeid samalaadsete väljundite tootmiseks. DEA meetodiga leitakse kõige tõhusama ressursikasutusega ettevõtte, mida peetakse 100% efektiivseks. (Bhagavath: 61)

DEA meetodit kasutades tuleb arvesse võtta ka selle eeliseid ja puudusi, mille tulemusena saab kindlaks määrata, kas antud meetod sobib analüüsi läbi viimiseks. Käesoleva töö autori arvates sobib andmeraja analüüs töös kasutamiseks, kuna selle abil saab analüüsida mitmeid



sisendeid ja väljundeid korraga. Lisaks on töös analüüsitavate tootmisüksuste (farmide) toodang homogeenne ning tootmiseks kasutatakse sarnaseid sisendeid. Antud meetodiga saab ülevaate tehnilisest efektiivsusest.

*DEA* meetodi kasutamise plussid (Bhagavath: 61):

- Analüüsis saab kasutada ettevõtteid mitmete sisendite ja väljunditega;
- Sisendite ja väljundite mõõtmisel võib kasutada erinevaid mõõtühikuid;
- Tulemused on lihtsalt lahti seletatavad.

*DEA* meetodi kasutamise miinused (Berg 2010):

- Tulemused võivad olla tundlikud mõõtmise veale;
- *DEA* meetodi abiga ei ole võimalik määratleda sisendite ja väljundite statistilist olulisust;
- Tulemused on tundlikud sisendite ja väljundite omadustele ning valimi suurusele.

*DEA* analüüsimeetodit on tehnilise efektiivsuse hindamiseks kasutanud mitmed erinevad majandusteadlased (Stokes jt 2007; Michaličková jt 2013; Allendorf ja Wettemann 2015; Kelly jt 2012; Gelan ja Muriithi 2010).

Stokes jt (2007) viisid läbi uurimuse, kus hinnati Ameerika Ühendriikides olevate piimatootjate efektiivsust. Piimatootjate efektiivsuse leidmiseks kasutati *DEA* analüüsimeetodit. Töö eesmärgiks oli leida tegurid, mis avaldavad mõju ettevõtete tehnilisele efektiivsusele ja ärijuhtimisele. Valimisse oli kaasatud 34 farmi. Ettevõtetele seati tingimuseks, et peab olema 20 või rohkem piimalehma ning ettevõtte peamiseks tuluallikaks peab olema piima müük. Antud uurimuse raames töötati välja kaks mudelit. Hinnati sisendite (maa, lehmad, tööjõud) kasutamise efektiivsust väljundite (piim, piimarasv) tootmisel ning füüsiliste ja majanduslike sisendite (võõrkapital) kasutamise efektiivsust füüsiliste ja majanduslike väljundite (tulu) tootmisel. Füüsiliste sisendite all mõeldakse maad, lehma ja tööjõudu ja väljundite all mõeldakse piima ja piimarasva sisaldust. Ettevõtted rühmitati tulenevalt lehmade tõust, pidamis- ja lüpsisüsteemist. Analüüsi tulemusena selgus, et 29% valimisse kaasatud piimatootjatest olid efektiivsed. Need piimatootjad, kes olid ebaefektiivsed, investeerivad liiga palju inimressurssi ja maasse ning liiga vähe piimatootmise tehnoloogiasse. Võttes arvesse majanduslikke sisendeid ja väljundeid, selgus et liigne laenude võtmine on üheks ebaefektiivsuse põhjuseks.

Michaličková jt (2013) eesmärk oli analüüsida piimatootmise tehnilist efektiivsust aastatel 2006–2010. Uuringusse kaasati juhuslikkuse alusel 83 piimatootjat. Uurimuses kasutati *DEA* meetodi sisendile orienteeritud lähenemist, et hinnata tehnilist efektiivsust. *DEA* lähenemist kasutades oli suhtelise homogeensuse tingimus täidetud, mis tähendab, et hinnatud põllumajandusettevõtted kasutasid sarnaseid sisendeid ja tehnoloogiaid sarnaste väljundite tootmiseks. Sisenditena kasutati antud uurimuses: söödakulud, materjalikulud, tööjõukulud, remondikulud, amortisatsioon ja muud otse- ja üldkulud. Väljundina kasutati piima müügist saadud tulu eurodes. Keskmine tehniline efektiivsus vaadeldud perioodil oli antud piimatootjatel 96%. Selleks, et need ettevõtted oleks piimatootmisel 100% efektiivsed tuleks sisendite kasutamist 4% ulatuses vähendada. Regressioonianalüüsist selgust, et statistiliselt oluline mõju tehnilisele efektiivsusele oli ainult söödakuludel. Söödakulude negatiivne mõju on selgitatav söötade ebaefektiivse kasutamisega, see hõlmab tasakaalustamata söödaratsiooni, kadusid söötade hoiustamisel ja söötade asendamisest tulenevaid probleeme. Teised sisendid (materjalikulud, tööjõukulud, amortisatsioon, remondikulud ja muud otsesed- ja üldkulud) olid antud regressioonmudelil statistiliselt mitteolulised.

Allendorf ja Wettemann (2015) uurisid, kuidas protsessipõhised loomade heaolu näitajad mõjutavad Saksamaa piimatootjate tehnilist efektiivsust. Põhja-Rein-Vestfaali liidumaal koguti 115 piimatootja andmed, mille alusel hinnati andmeraja analüüsi kasutades piimatootjate tehnilist efektiivsust. Mõju hindamiseks kasutati tsenseeritud sõltuva muutujaga regressioonimudelit. Efektiivsust hinnati sisendile orienteeritult, mis tähendab, et sisendite maksimaalset võimalikku kahanemist uuriti püsiva väljundi juures. Sellise suunitluse valimise põhjuseks oli Euroopa Liidu piimakvootide režiim, mis ei lubanud piimatootjatel piimatoodangut suurendada. Sisendile orienteeritud efektiivsuse analüüs on antud juhul samaväärne oletusega, et põllumajandustootjate eesmärk on viia oma tootmiskulud miinimumini. *DEA* analüüsis kasutati sisendina loomasööta, kontsentraate, tootmisvahendeid, tööjõudu ja amortisatsiooni. Loomasööt sisaldab kogu koresööta (nt hein ja õled) ning kõrge niiskusesisaldusega sööta (nt silo). Söödakoristuse ja söödasäilitamise kulusid arvesse ei võetud. Tootmisvahendite kulud sisaldavad kulutusi loomade tervisele, seemendamisele, elektrile, veele, kindlustusele ning ka kaudsele intressile käibevaralt, hoonetelt ja piimakvootidelt, piimakvootide rendile, lisatasudele, maa- ja kapitalirendi määradele ning üldkuludele ja hoolduskuludele. Tööjõud hõlmas nii tasustamata tööjõudu kui palgatööjõudu ning seda väljendati täistööajaga. Kapitali sisendina kasutati aastast

amortisatsiooni. Selgus, et valimisse kuuluvatele piimatootjatele avaldasid tehnilisele efektiivsusele negatiivset mõju eelkõige kõrgem lehmade hukkumise määr, kõrgem piimalehmade asendusmäär ning pikem poegimisintervall. Tehnilise efektiivsusega olid positiivses korrelatsioonis esmaspoegimise madalam vanus, kõrgem piimajõudlus ja kõrgem somaatiliste rakkude arv. Mõned protsessipõhised loomade heaolu näitajad järgisid polünoomset trendi (st nende mõju tehnilisele efektiivsusele ei olnud konstantne). Minimaalne efektiivsuse näitaja püsiva mastaabiefekti puhul saavutati siis, kui piimatootjate lehmade hukkumise tase oli 0,4%, poegimisintervall 430 päeva ja somaatiliste rakkude arv 146 000 ml kohta. Maksimaalne tehniline tõhusus saavutati tasemel 9796 kg piima lehma kohta aastas. Mastaabiefekti puhul olid vastavad kogused sarnasel tasemel, kuid piimakusel oli positiivne mõju tehnilisele efektiivsusele. Peale selle oli tehniline efektiivsus mastaabiefekti puhul positiivses seoses piima rasvasisaldusega. Madalaim tehnilise efektiivsuse tase saavutati rasvasisaldusel 4,1%.

Kelly jt (2012) uurimistöö eesmärgiks oli kindlaks määrata Iirimaa piimatootjate tehnilise efektiivsuse tase kasutades *DEA* meetodit ning tuvastada peamised juhtimis- ja tootmistegurid, mis eristavad efektiivseid ja ebaefektiivseid piimatootjaid. Efektiivsete ja ebaefektiivsete tootjate peamisi tootmisomadusi võrreldi dispersioonanalüüsiga. Sisenditena kasutati *DEA* analüüsis: maa (ha), lüpsilehmade aastane keskmine arv, tööjõu ühikud täistööaja kohta, sisseostetud sööt (kg), väetis (kg) ja muud kulud (amortisatsioon, veterinaarkulud, elekter ja remont) eurodes. Väljundina kasutati piima kuivainet kilogrammides põllumajandusettevõtte kohta. Dispersioonanalüüsis kasutatud muutujad olid karjatamisperioodi pikkus, paaritumisperioodi pikkus, piima kvaliteet, mulla kvaliteet, loomkoormuse määr. Tehniliselt tõhusamad tootjad kasutasid toodanguühiku kohta vähem sisendeid, neil oli suurem toodang lehma ja hektari kohta ning pikem karjatamisperiood, kõrgem piima kvaliteet ja võrreldes ebaefektiivsete tootjatega oli neil parem maa kvaliteet.

Gelan ja Muriithi (2010) selgitasid oma uurimustöös välja 371 piimatootmisettevõtte tehnilise efektiivsuse. Piimatootmisettevõtted asusid 17-s Ida-Aafrika piirkonnas. Efektiivsuse hindamiseks kasutati nelja väljundit ja üheksat sisendit. Efektiivsuse hindamiseks ja selgitamiseks viidi läbi kaheastmeline analüüs. Efektiivsuse skoori määdeti väljundile orienteeritud *DEA* analüüsiga. Väljundina kasutati piima müügist saadud tulu, ettevõttes tarbitud piima väärtus turuhinnas, tulu loomade müügist ja sõnniku müügist saadud tulu. Sisendid olid loomade pidamiskulud, palgatööjõud, peretööjõud, söödakulud,

jõusöödakulud, veekulud, veterinaarkulud, aretuskulud ja arenduskulud. 18% ettevõtetest olid täielikult tõhusad. 32% piimatootmisettevõtetel oli efektiivsuskoor alla 0,25, mis tähendab seda, et kolmandik piimatootmisettevõtetest peaksid piimatootmist laiendama 75% võrra, ilma et sisendite tarbimist suurendataks. Uurimistulemustena selgus, et paremate tõugude kasutamine, kvaliteetsema sööda ja lisa söötade kasutamine (nt kaunviljad) omavad statistiliselt olulist mõju efektiivsusele.

### **1.3. Lüpsikarjas esinevad peamised haigused ja võimalused nende ennetamiseks**

Allolevas peatükis antakse ülevaade Eesti piimatootmise olukorrast ning peamistest piimakarjas esinevatest haigustest, mis mõjutavad piimatootmisettevõtete tootlikkust ja tehnilist efektiivsust. Kõikide piimatootmisettevõtete eesmärgiks on toota võimalikult palju ja kvaliteetset toodangut. Selleks, et piimatootjad saaksid toota võimalikult palju toodangut, tuleb tähelepanu pöörata loomade tervisele. Magistritöö autori arvates on väga oluline loomade heaolu ja pidamiskeskkond, kuna terved loomad on piimatootmisettevõtete edukuse aluseks. Terved loomad tagavad, et piimatootmine oleks võimalikult tõhus ja tulemuslik.

Fetrow jt (2006) eristavad praakimise põhjuseid bioloogiliste ehk „sunnitud“ ja majanduslike karjast väljaminekutena. Sunnitult praagitakse selliseid lehmi, kel pole enam tootlikku tulevikku (haige, tõsine trauma, aher jne). Majanduslikel põhjustel praakimise otsus tehakse aga sel juhul, kui lehma asendamine on majanduslikult kasulik (madal toodang jne). Dechow ja Goodling (2008: 4361) arvates avaldavad praakimisele mõju ka loomade erinevad kehalised muutused nagu poegimine, laktatsioon, energiabilanss, sigimine ja loomade vananemine. Pinedo jt (2014) arvates mõjutab piimatootmisettevõtetes loomade välja praakimist just enam karja suurus, lehmade tõug, farmi tüüp, juhtimisotsused, toodang ja milline on taastootmise viis. Ball ja Peters (2004: 215–218) leiavad, et lehmade välja praakimise määr võiks jääda alla 25%, hea tulemus oleks kui protsent jääks 20-ne piirini. Suurem karjast välja praakimismäär tähendab seda, et rohkem loomi on vaja asendada noorloomadega.

Piimatootmine põhineb tulu saamisel nagu igasugune muu majanduslik tegevus. Loomade haigused mõjutavad ettevõtte tootmistulemusi, näiteks udarahaiguste korral võib piimatoodang väheneda rohkem kui poole võrra. Kasumi suurendamiseks või kulude vähendamiseks tuleb organisatsioonisiseselt koguda algandmeid ja neid töödelda vastuvõetavate otsuste langetamiseks. Seetõttu on oluline teada, millest moodustuvad piimatootmise kulud, millised võimalused on tulu suurendamiseks ja kuidas saavutada võimalikult suur kasum. Kasum tuleneb müüdava piima hinnast, mida mõjutab väga oluliselt piima kvaliteet, rasva- ja valgusisaldus. Eeldades, et tootmiskulud jäävad samale tasemele, siis mõjutab kasumi suurust oluliselt lehma keksmine toodang, mistõttu iga tootja huvitub lehmade piimajõudluse suurendamisest. Teatud otsuseid võidakse teha ka muudest kui ärilistest aspektidest näiteks lähtudes hoopiski loomade heaolust. (Poikalainen 2006: 401)

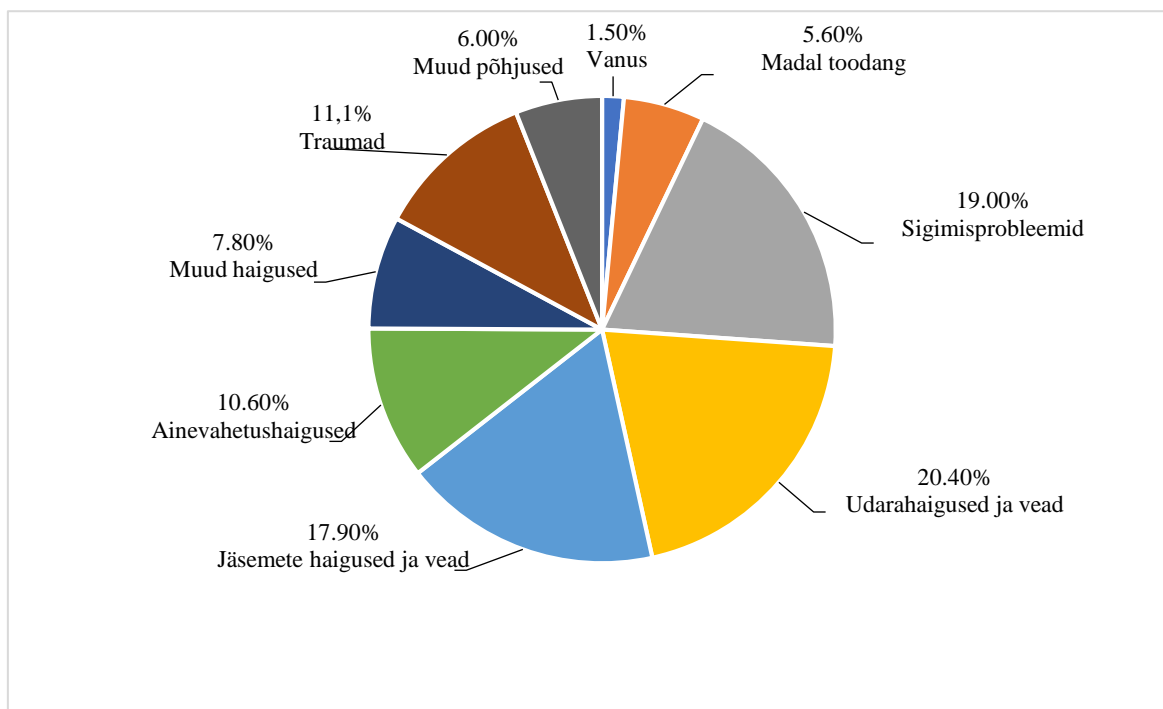
Läbi loomade heaolu ja teadmistepõhise juhtimise saavutatakse piima tootmises parim efektiivsus (Poikalainen 2006: 9).

Poikalainen (2006: 60) käsitleb loomade head heaolu järgmiselt:

- 1) ei ole näljas ega janus;
- 2) ei tunne füüsilist ebamugavust ega valu;
- 3) ei ole vigastatud ega haiged;
- 4) ei ole stressi ega hirmul;
- 5) on tagatud esmase liigiomase käitumise võimalus.

Tervis on loomade heaolu väga oluline komponent. Mida raskem on haigus ja mida kauem see kestab, seda suurem on heaolu vähenemine. Lehma ja karja tervishoiu tagamiseks tuleb lähtuda teatud aspektidest, tuleks rakendada kõrge hügieenitase nakkushaiguste vältimiseks, luua head ravivõimalused, korraldada regulaarseid tervisekontrolle, koostada ja juurutada karjatervise parandamise üldine strateegia. (Poikalainen 2006: 378) Lehmade piimakust ja piima kvaliteeti mõjutavad kõige enam lehma tõug ja pärilikkus, mille tõttu on tõuaretus kõige olulisem piimatootmist mõjutav tegur. Tähtsuset järgmisel kohal on õige söötmine, lüps, pidamistingimused jne, millega tagatakse sööda efektiivsem väärindamine toodanguks, stressivaba keskkond, tervis ja heaolu. (Poikalainen 2006: 402)

Tuginedes Eesti Jõudluskontrolli aastaraamatu andmetele (joonis 2), tuleb välja, et kõige rohkem loomi praagitakse karjast välja kolme järgneva haiguse tõttu, milledeks on: udarahaigused, sigimisprobleemid ja jäsemehaigused. (EPJ 2017: 19)



**Joonis 2.** Lehmade karjast välja mineku põhjused 2017 (EPJ 2017: 19).

Lähtudes EPJ andmetest, kasvatatakse Eestis kolme tõugu piimaveiseid: Eesti holstein, mis moodustab 81,1%, Eesti punane, mis moodustab 17,9% ja Eesti maatõug, mis moodustab 0,6% kogu piimalehmade arvust. (EPJ 2017: 9) Kõige enam kasvatatakse Eesti holsteini tõugu piimalehmasid, kuna see tõug on kõige suurema piimajõudlusega. Ka mujal Euroopas on levinud holsteini tõugu piimalehmade pidamine. Oltenacu ja Broom (2010: 41) toovad oma uurimuses välja, et kõige enam kasvatatakse nii Euroopas kui ka Eestis holsteini tõugu lehmasid.

Holsteini tõugu lehmasid iseloomustab tugev kehaehitus, kõrged jalad, piklik udar, mille nidad on normaalse kujuga. Kuna holsteini tõugu lehmad on keskmisest suurema piimaanniga, siis sellest tulenevalt suurenevad ettevõttel ka söötmis- ja ülalpidamiskulud (Saveli, Vares 1996: 23-24). Eesti holstein on aretatud suure piimajõudlusega tõuks (Mahepõllumajanduslik...2016: 5). Kui võrrelda holsteini teiste tõugudega, on nad valivamad söötmis- ja pidamistingimuste suhtes, kui tingimused pole täidetud, võib loom kergesti haigestuda, mistõttu väheneb ka piimatoodang. Suuretoodangulisteks aretatud loomadel esineb rohkem terviseprobleeme, milledeks holsteini tõul on põhiliselt mastiit,

jäsemehaigused ja sigimisprobleemid ning samuti karjas püsimise probleemid (lühiealisus). Kui võrrelda holsteini tõugu lehmade piima rasva- ja valgusisaldust eesti punase ja maatõugu lemadega, siis see on madalam, kuna see tuleneb suuremast piimakusest. Rasvasisaldus on piima põhikomponentidest kõige enam varieeruvam ja selle sisaldus võib mitmesuguste tegurite toimele (söödad ja tõug) muutuda vahemikus 3-6%. Valk on paljude proteiinirikaste piimatoodete põhikomponent ning seetõttu kõige enam hinnatud. Piima valgusisaldus püsib stabiilsena 3-3,6%. Piima valgusisaldust mõjutab kõige enam pärilikkus ja seetõttu suurendatakse valgusisaldust põhiliselt tõuaretuse abil. Ka söötmisega saab valgusisaldust muuta, kuid mitte nii ulatuslikult kui rasvasisaldust. (Poikalainen 2006: 155-157) Jõudluskontrolli aastaraamatu (2017) andmetel oli holsteini tõugu lehmade piima rasvasisaldus 3,91% ja valgusisaldus 3,37%.

Eesti punast tõugu lehmade keha on tugeva ehitusega, udar on sobiv masinlüksiks ja tal on vastupidavad jalad. Piima keskmine rasva- ja valgusisaldus on kõrgemad kui holsteini tõul, kuid piimatoodang on väiksem. Eesti punast tõugu lemadel on tugevam tervis ja paremad viljakuse näitajad. Jõudluskontrolli aastaraamatu (2017) andmetel oli rasvasisaldus 4,07% ja valgusisaldus 3,45%. Maatõugu lehm on nudi, tugevate jalgade, hea tervise ja resistentsusega haiguste vastu, kuid tema udar ei ole eriti sobiv masinlüksiks. Maatõugu lehmade piima rasva- ja valgusisaldus on võrreldes holsteini ja punasega kõrgem, kuid toodangu tase on madalam. (Poikalainen 2006: 28) Tugevad jalad ja korrapärased sõrad on lehmade pikaeealisuse tagatis. Poegimistega probleeme tavaliselt ei esine, nad saavad hakkama ilma kõrvalise abita. Piimal on suur rasva- ja valgusisaldus, vastavalt 4,55% ja 3,41%. (Mahepõllumajanduslik 2016: 5)

Holsteini tõugu lehmad moodustavad suurema osa Eesti piimatootjate karjast, kuid siiski kasvatatakse ka veel punast ja maatõugu lehmi. Kuigi holsteini tõugu lehmade piima rasva- ja valgusisaldus on madalam kui teistel tõugudel (punane ja maatõugu), siis nende arvukus on aastast aastasse aina kasvanud, kuna tegemist on suuretoodanguliste lemadega. Ent suuretoodangulised lehmad on vastuvõtlikumad erinevatele haigustele, siis magistratöö autor annab ülevaate allolevas osas peamistest piimalehmade haigustest, milleks on udarasigimis- ja jäsemeprobleemid.

### 1.3.1. Udarahaigused ja vead

Kõrgetoodanguliste lehmade seas on laialdaselt levinud udarapõletik ehk mastiit. Jõudluskontrolli aastaraamatu (2017) andmetel esineb udarapõletikke 20,4 % Eestis peetavatel piimalehmadel. Udarahaiguste teket soodustavate tegurite hulka kuuluvad looma udara individuaalsed anatoomilised iseärasused, jalgade ja sõrgade seisukord, lauda tüüp, oskamatu lüpsmine, puudulik lüpsihügieen, halvasti töötav lüpsimasin jms. Udarahaiguste tekkel on olulisel kohal nisa pikkus, kuju ja asetus. Pikkadel nisadel on suurem oht nisatraumade tekkeks ja sagedasemad võimalikud vigastused lüpsmisel, kuna nisa ja nisakannu pikkused ei ole vastavuses. Olulisel kohal on ka udara suurus ja kuju. Muutunud kujuga udara lüpsmine on eriti masinlüpsi kasutamisel raskendatud või hoopiski võimatu ning sellised udarad võivad sageli ka vigastuda. (Reidla 2002: 12) Udara vigastuste vältimiseks tuleb valida õigesti reguleeritud lüpsmine ja sobivaim lüpsitehnoloogia. Üha enam on piimatootmisettevõtted lüpsmisel kasutusele võtnud lüpsiroboteid. Automaatne lüpsisüsteem lihtsustab lüpsja tööd, aitab vältida udarate vigastamist ja annab teavet lüpsitegevuse kohta. (Veinla 1993: 3)

Suure piimakusega lehmi tuleks lüpssta keskmiselt 3–4 korda päevas (Hulsen 2010: 79). Suurenenud lüpsikordade arvu korral täheldatakse ka udarahaiguste teatud vähenemist (Pokalainen 2006: 211). Samuti tõid Gaworski jt (2013: 31) oma uurimuses välja, et kui suurendada päevas lehmade lüpsikordade arvu, siis piimatoodang tõuseb teatud perioodi jooksul 6–25%. Leal (2012: 27) jõudis ka oma uurimuses samale järeldusele, et kui tõsta lüpsikordade arvu, siis lehmade piimakus tõusis 19%. Lisaks selgus, et sagedasem lüpsikordade arv parandas udara tervist.

Lehmade pidamistingimused ja laudatüüp mängib olulist rolli udarahaiguste vältimisel. Vabapidamisega laudas on võimalik lehmade head tervist säilitada ning udara ja nisade vigastusi vältida paremini kui lõaspidamisega laudas. Vabapidamisel on lehmade liigutused asemelt tõustes ja maha heites tunduvalt vähem piiratud kui lõaspidamisel, mille tulemusena lehm ei vigasta oma udarat jäsemetega. Vabapidamisega laudad on jaotatud aladeks kuhu lehm vajaduste rahuldamiseks aetakse või ise liigub (söötmiseks, puhkamiseks ja lüpsiks) Vabapidamisega lautades paraneb piimakvaliteet, sest udara lüpsieelseks puhastamiseks on head tingimused ja piim suunatakse säilitustanki lühikese ja hõlpsasti puhastatava torustiku kaudu. Lõaspidamisega lautades on aseme põrand vähem puhtam ja libedam (kasutatakse



vähem allapanu), see võib põhjustada jäsemete ja udarate vigastumist. Lisaks tuleb pöörata tähelepanu ka loomade asemele, kuhu nad pikali heidavad. Udara ja nisade vigastuse teket soodustavad liiga lühike ja kitsas ase. Kui sööt asub põrandal võtab lehm sööta ebamugavas asendis, mistõttu võib ta sööda järele küünitades kergesti libastuda ja kukkuda. Kukkumisel võivad jäsemed saada viga. Haige jäsemega looma liigutused on ebakindlad, võivad omakorda tekkida nisade traumad. (Reidla 2002: 12-13)

Lisaks tuleb tähelepanu pöörata loomade aseme allapanule. Ruud (2010) leidis seosed mastiidi ja põranda materjali vahel. Mastiiti esineb vähem nendel loomadel, kellel on võimalus heita pikali pehmetele ja mitme kihilistele mattidele, kuna see tagab loomadele sooja aseme. Samuti on ka sobiv kasutada sügavallapanu. Samast uurimusest tuli ka välja, et betoonist ja kummist põrandad on lehmade tervisele kahjulikud, sest neid seostatakse piimatoodangu languse ja kliinilise mastiidi ja nisade kahjustusega. Lehmade tervisliku heaolu järgides pole neile sobilik kui allapanuks kasutatakse saepuru, turvast või põhku, kuna antud materjalid imavad endasse vedelikku ning tekib soodne keskkond bakterite levikuks.

Üheks kõige olulisemaks udara tervisliku seisundi iseloomustajaks on toorpiimas olevate somaatiliste rakkude arv. Lehmade haigestumisel mastiiti suureneb piimas somaatiliste rakkude arv (Poikalainen 2006: 224). Perez jt (2016) viisid Hispaanias läbi uurimise vaadeldes perioodi 2006–2014, vaatluse all oli 108 piimafarmi, kus tootmisega seotud muutujad (sisendid ja väljundid) ühendati tervise- ja taastootmise näitajatega. Tervise näitajana kasutati somaatiliste rakkude arvu ja taastootmise näitajana poegimisperioodi, millega mõõdeti vaatluse all olevate ettevõtete tehnilist efektiivust. Tulemustest tuli välja, et somaatiliste rakkude arv mõjutab tehnilist efektiivsust positiivselt, kuid pikem poegimisperiood omab tehnilisele efektiivsusele negatiivset mõju.

Somaatiliste rakkude arv on lüpsilehmade üldise tervisliku seisundi ja piima kvaliteedi üheks näitajaks. Kõrget somaatiliste rakkude taset seostatakse mastiidiga, mis on lüpsilehmade seas tavaline ja laialt levinud haigus ning mille tulemusena langeb piima kvaliteet, mistõttu langeb ka piima eest saadav kokkuostuhind või teinekord ei ole võimalik piima realiseerida. (Poikalainen 2006: 224) Selle tulemusena langeb ettevõtte kasum ning see omakorda mõjutab ettevõtte tootlikkust ja tehnilist efektiivsust. Piima kvaliteedi hindamisel moodustavad olulise osa antibiootikumid, mis satuvad piima tavaliselt loomade ravi käigus. Seetõttu püütakse antibiootikume sisaldava piima kasutamist igati vältida, kuna

ravimi mõjud püsivad veel mõnda aega lehmade organismis, mistõttu tuleb selline piim müüdavast piimast eraldada. (Poikalainen 2006: 225)

Udaraprobleemid võivad tekkida olenevalt lehma tõust, füüsilistest iseärasustest, pidamistingimustest ja lüpsmisel kasutatavatest tehnoloogiatest. Kõige rohkem esineb udaraprobleeme suure piimatoodanguga lehmade seas, nt holsteini tõugu lehmadel. Udaraprobleemide esinemissagedust on uuritud ka lehmade pidamiskeskkonnast lähtuvalt, kuid tulemused on uuringute lõikes olnud erinevad. Udaratervisega seoses tuleks kasutada loomadele sobilikke asemeid, kas siis sügavaallapanu või matte. Udaraprobleemide vältimiseks tuleks kasutada korrektseid lüpsivõtteid, järgida lüpsihügieeni ja seda kui tihedalt lehmi lüpstakse.

### **1.3.2. Sigimisprobleemid**

Teiseks oluliseks haiguste grupiks ning praakimise põhjusteks on sigimisprobleemid. Selleks, et paljunemisvõimet paremaks muuta on vaja välja selgitada, miks lehmadel tekivad viljakushäired. Selleks tuleb piimatootmisettevõtte siseselt teha palju eeltööd, võtta kasutusele erinevaid tehnoloogiaid, mille abil saab välja selgitada viljakushäirete riskiga loomi. Probleemid, mis põhjustavad lehmade seas sigimise vähenemist on haiguste teke peale vasikate sünni ning keha energiabilansi liigne kasutamine. Eelnevalt toodud mõjurid mõjuvad negatiivselt munasarjade tegevusele ja embrüo või loote vitaalsust. (Jaakma 2006)

Jõudluskontrolli aastaraamatu (2017) andmetele tuginedes esineb sigimisprobleeme 19% Eestis peetavatel piimalehmadel. Sigimisprobleeme põhjustavad mitmed tegurid, millest põhilisemad on: inna mittetuvastamine, vale seemendusaeg, jalgade probleemid, toitainete puudus ja erinevate haiguste esinemine. Selleks, et parandada piimalehmade sigivust tuleb neid aretada enda tõust kõige paremate näitajatega isasega (Mahepõllumajanduslik 2016: 14). Kearney (2007) on oma uurimuses leidnud, et need loomad, kellel on suurem piimatoodang võrreldes madalama piimatoodanguga lehmadega, neil on halvemad sigimisinäitajad ning nad püsivad karjas vähem aega.

Lehmade karjaspüsivus ehk pikaerialsus on oluline tunnus, mis mõjutab kogu piimatootmissektori kasumlikkust. Kaasaegsetes karjades on lehmade eluiga keskmiselt

vaid 4–5 aastat ehk 1460–1825 päeva, mis tuleneb suuresti loomade haigestumise tõttu. Tervisehäireid põhjustavad intensiivne toodang, vähene vastupanuvõime haigustele, erinevad traumad, rasked poegimised jne, mis omakorda põhjustavad ka loomade karjast välja praakimist. Lisaks nendele probleemidele põhjustab lühikest karjaspüsivust liiga intensiivne tõuaretus, mistõttu lehmade piimajõudlus kasvab väga kiiresti ning selle tulemusena lüpsavad lehmad juba esimesel laktatsioonil enam kui bioloogilise tipptoodangu saavutanud loomad eelmisest põlvkonnast. (Poikalainen 2006: 62)

Sageli on sigimisprobleemi üheks põhjuseks see, et loomal ei avastata õigel ajal innaaega. Kui tegemist on väga suurte piimafarmidega, siis võib juhtuda nii, et innatunnustega loomad jäävad töötajatel lihtsalt tähelepanuta või omatakse puudulikke andmeid karjas olevate loomade kohta. Samuti võib üheks innatunnuste probleemiks olla liiga tihedalt paigutatud loomad, libedad jalutus- ja puhkealad või loomad veedavad enamus oma ajast laudas. Lehmad, kellel on esinenud minevikus munasarjatsüste ei näita samuti normaalseid innatunnuseid. Samuti üheks suurimas sigimise probleemiks võib pidada aborte. (Valdmann 2010: 3)

Abordi põhjused võivad olla nakkuslikud või mittenakkuslikud (Sigimisprobleemid II 2008):

- Kui lehm ootab mitmikuid, siis on abortide arv suurem kui ühe vasika ootamisel;
- Samuti kukkumine kõvale pinnale;
- Nakkushaigused;
- Mürgiste ainete sisse söömine.

Kõik ülaltoodud loomade tervisega seotud probleemid viivad piimatootjad silmitsi karja praakimisega. Piimalehmade hukkumine ja praakimine põhjustavad piimatootmisettevõtetele suurt kahju.

Piimalehmade pidamisest oodatav tulu sõltub suuresti karja sigivusalse töö tõhususest. Madal sigivus mõjub halvasti nii lehmade tervisele, pikaeealisusele kui kogu karja tootlikkusele. Sigimisprobleem on üks suurimaid põhjuseid, miks loomi karjast välja prakeeritakse. Sigimisprobleemid võivad ülaltoodud tegurite põhjal tuleneda nii pärilikest omadustest, loomade pidamistingimustest, söötmisest ja haigustest. Vabapidamisega lautades elavad lehmad on rohkem viljakamad, kuna nende elus esineb vähem stressi.

Suuretoodangulised lehmad seisavad kõige enam silmitsi viljakusprobleemidega, kuna nende üldine tervislik seisund on kehvem, sest nad on raskemad, mistõttu esineb neil jäsemeprobleeme, mis omakorda põhjustavad udaraprobleeme ning sellest tulenevalt tekivad neil ka sigimisprobleemid.

### **1.3.3. Jäsemeprobleemid**

Kolmandaks oluliseks haiguste grupiks on jõudluskontolli aastaraamatu andmetel jäsene ja sõrgade probleemid, mida esineb 17,9% Eestis peetavatel piimalehmadel (EPJ 2017: 19). Suurem osa sõrgadega seotud probleemidest tekivad valede pidamistingimustega. Lüpsilehmade sõrahaigused on Eesti veisekarjades väga levinud. Sõrahaigused põhjustavad valu ning seetõttu mõjutavad nad ka olulisel määral loomade heaolu. Valu tõttu alaneb piimatoodang, loomade sigivus ning vastupanuvõime teistele haigustele. (Kalmus, Pirkkalainen 2017: 3)

Sõrahaigused jaotatakse kahte rühma (Kalmus, Pirkkalainen 2017: 21):

- 1) nakkusliku päritoluga – sõrapiirkonna haiguste põhjustajateks on keskkonnas elavad mikroobid. Seda tüüpi haiguste vältimise peamiseks tegevuseks on ülihea laudahügieeni tagamine. Nakkuslike sõrahaiguste esindajaks on digitaaldermatiit ja varvastevahemädanik.
- 2) mittenakkusliku päritoluga – sõrahaiguste peamiseks tekkepõhjuseks on sõrasarve kahjustused, mis on tingitud puuduliku sõrahoolduse (pikad sõrad, valesti kulunud sõrad), traumadest (halvad käiguteed) või sõrasarve kvaliteedi probleemidest (sõrasarve verevarustuse/toitumise häired, häiritud sarverakkude kasv ja jagunemine).

Maailmas on kõige probleemsemate jäsemetega holsteini tõugu lehmad, kuna nende jäsemed pole piisavalt vastupidavad. Nende lehmade sõrad vajavad veel edasist aretamist. Loomade jäsmete tervist mõjutavad ka pärilikkus ning pidamistingimused. (Saveli 2010: 22; Hulsén 2011: 9–10)

Haskell (2006: 4262) leidis, et piimafarmides, kus loomade asemel kasutatakse allapanu, esineb vähem kandade kriimustusi, põlvede turseid ning jäsemeid hõõrutakse vähem. Lisaks

peab lamamiskohtadel olema piisavalt ruumi, et loomal oleks hea tõusta ja pikali heita. Kui loomade asemete peakast on liiga madalal, siis on söödale ligipääs raskendatud ning nad on sunnitud võtma ebamugava asendi, mis aga pikema aja jooksul mõjub tervisele halvasti, tekitades veel lisaks juurde kaelavigastusi.

Võimalusi sõrgade ja jäsemete hoolitsemise eest on mitmeid. Sõrainfektsioonidega tegelemine ja sõrgade puhtana hoidmine on ülesanded, mis vajavad rohkelt vaistu ja süstemaatilist lähenemist. See hõlmab mitmeid igapäevategevusi, nagu lauda ventilatsiooni reguleerimine ja teede ristumiskohtade ning ülekäikude puhastamine. Suure infektsioonisurvega seotud probleemide, nagu digitaalne dermatiit ja päka erosioon, ravimine ja kontrolli all hoidmine on palju aeganõudvam kui väikese infektsioonisurve säilitamine. Päka erosiooni leevendab karjatamine. Samuti tuleks kasutada V-skreeperit, mille puhul saavad lehmad sellest üle astuda, ilma et sõnnik nende sõrgu saastaks. Lisaks tuleb puhastele ja kuivadele põrandatele ning mugavatele pidamistingimustele kasutada ka jalavanne ja sõrgu värkida. Väga tähtis on ka kõik põletikud kiiresti välja ravida. Desovannid omavad tõhusat mõju päka erosiooni ja digitaalse dermatiidi ravimisel. Samuti soovitatakse jalavanne teha ka lakteerivatele lehmadele ka kinnislehmadele ning uutele loomadele, kes karja tuuakse. (Hulsen 2011: 39–41)

Sõrgade värkimine on oluline ennetustöö sõraprobleemide vältimiseks. Õigete võtetega ja õigel ajal värkimine vähendab lonkamise esinemist ning ennetab uute probleemide teket. Rutiinne sõrgade hoolduvärkimine on tegevus, millega antakse sõrale tema õige kuju ning ennetatakse sõrahaiguste teket. Värkimise eesmärgiks on tasakaalustada rõhku välimise ja sisemise sõra vahel, taastada õige sõra nurk, tekitada korrektne toetupind ja kaitsta sõrasiseseid struktuure, ohjata sõraserva kasvu ja ennetada sõra- ja varbahaiguste teket. (Kalmus, Pirkkalainen 2017:8)

Ülaltoodu saab kokku võtta sellega, et lehmade sõrad ja jäsemed on nende tervise nõrgimaks lüliks. Lehmad, kes kannatavad lonkamise käes, kannatavad ka valu, mistõttu nad söövad, joovad ja lamavad vähem. Sellest tulenevalt toodavad nad ka vähem piima ning neil tekivad probleemid viljastumisega ning lisaks on vaja nende loomade puhul rakendada ka täiendavat tööjõudu, mis magistritöö autori arvates mõjutab negatiivselt piimatootmisettevõtete tootlikkust kui ka efektiivsust, kuna ettevõtetele tekivad lisakulud. Kuna aga enamus sõraprobleemidest tulenevad just halbadest pidamistingimustest ning halvast hügieenist, siis seda probleemi saab lahendada suhteliselt lihtsalt läbi paremate juhtimisotsuste.

Selleks, et tagada kõrge ja kvaliteetne piimatoodang, tuleb ettevõtetel tagada lehmadele heaolu, tervishoid ja head pidamistingimused. Haigusi tuleks ennetada või neile võimalikult kiiresti jälile saada, et loom saaks õigeaegset ravi ja ei oleks ettevõttele liialt kulukas. Selle tulemusena ei tule tegeleda karja uuendamisega, mis on aja- ja ressursimahukas. Lisaks tuleb tagada loomadele korralik ja ohutu pidamiskeskkond, mille tulemusena ei teki lehmadel stressi ega vigastusi.

## 2. TOOTLIKKUS, EFEKTIIVSUS JA LÜPSIKARJA TERVIS PIIMATOOTMISETTEVÖTETES AASTATEL 2012–2017

### 2.1. Uurimistöö metoodika

Käesoleva magistr töö empiirilises osas kasutatakse *FADN* (*Farm Accounting Data Network*) andmebaasi andmeid perioodi 2012–2017 kohta, EPJ (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll) andmeid 2012. ja 2017. aasta kohta. EPJ üksikandmete päring oli EMÜ majandus- ja sotsiaalinstituudil tehtud 2012. ja 2017. aasta kohta. Sellest tulenevalt on töös tehtud võrdlusanalüüs vastavalt nendel aastatel kogutud andmetega ja nii, et tulemuste arvutamiseks oleks võimalik ühendada kaks andmebaasi (tabel 1).

**Tabel 1.** Töös kasutatavate andmete olemasolu (Autori koostatud)

Andmete päritolu	2012	2013	2014	2015	2016	2017
FADN	x	x	x	x	x	x
EPJ	x					x

Tootlikkuse ja efektiivsuse analüüsis kasutatakse *FADN* andmebaasi piimatootmise tootmistüübi (E) ettevõtete majandusnäitajaid. *FADN* (*Farm Accountancy Data Network*) on Euroopa Liidus (EL) toimiv süsteem, mis loodi 1965. aastal selleks, et koguda informatsiooni põllumajandusettevõtete struktuuri ja majandustulemuste kohta. *FADN* andmebaas sisaldab 80 000 põllumajandusettevõtte andmeid, mis esindavad 90% EL-i põllumajandusmaast ja tootmisest ning pärinevad 28 liikmesriigi ettevõtetelt. Peale selle kogutakse lisaandmeid ettevõtte struktuuri ja tootmise kohta (nt külvipinnad, toodangu

liikumine kultuuride lõikes ja loomade arv ning liikumine vanusegruppide lõikes jne). (Põllumajandustootjate... 2017: 4–5)

Magistritöö empiirilises osas analüüsitakse piimatootmisettevõtteid vastavalt nende suurusgrupile, ettevõtted on piimalehmade arvu järgi jagatud: <50 lehma, 51–100 lehma, 101–300 lehma ja >300 lehma. Suurusgruppidesse jagamisel võttis töö autor aluseks lehmade keskmise arvu aastate lõikes. *FADN* andmebaasi kuuluvate ettevõtete majandusnäitajate põhjal antakse ülevaade piimatootjatest aastatel 2012–2017, et saaks võrrelda, kuidas olukord on aja jooksul muutunud. Eestis oli 2012. aastal põllumajandustootjate üldkogumis 1468 spetsialiseerunud piimatootjat (18% üldkogumist) ning *FADN* valimisse arvati neist 179. 2013. aastal oli spetsialiseerunud piimatootjaid põllumajandustootjate üldkogumis 1468 (18% üldkogumist) ning *FADN* valimis neist 166 ettevõtet. 2014. aastal oli põllumajandustootjate üldkogumis 1236 ettevõtet (16% üldkogumist) ning *FADN* valimis 149 ettevõtet. 2015. aastal oli spetsialiseerunud piimatootjaid põllumajandustootjate üldkogumis 1236 (16% üldkogumist) ning *FADN* valimis 136. 2016. aastal oli põllumajandustootjate üldkogumis 885 spetsialiseerunud piimatootjat (12% üldkogumist) ning *FADN* valimisse arvati neist 115. 2017. aastal oli spetsialiseerunud piimatootjaid põllumajandustootjate üldkogumis 885, millest arvati *FADN* valimisse 114 ettevõtet. Magistritöö autor seadis ettevõtetele tingimuseks, et ettevõtte peab valimis olema kogu vaatlusaluse perioodi vältel, ning aastatel 2012–2017 oli selliseid piimatootjaid 71.

Magistritöö empiirilises osas hinnatakse piimatootjate tootlikkust. Tootlikkuse hindamiseks kasutatakse osa- ja teguritootlikkuse näitajaid. Tootlikkuse tase näitab, kui palju väljundit saadakse ühe kasutatud sisendi kohta. Tootlikkust ja efektiivust mõjutavad paljud tegurid (nt ettevõtte juhi ning töötajate oskused ja teadmised, tootmistehnoloogia, tõug ja karja geneetiline potentsiaal jne).

Tootlikkuse leidmisel kasutatavateks sisenditeks on:

- 1) maa (ha)- koosneb omandis olevast maast ja renditud maast;
- 2) söödakulud (EUR)- koosnevad omatoodetud ja ostetud söödakuludest;
- 3) vahetarbimise kulud (EUR)- koosnevad erikuludest ja üldkuludest.

Väljundina kasutatakse tootlikkuse leidmisel kogu müüki eurodes, mis sisaldab endas piima müüki ja muud müüki (teravilja müük, õlikultuuride müük, puidu müük jne).



Lisaks tootlikkuse näitajatele leitakse efektiivsus. Tehnilise efektiivsuse hindamisel kasutatakse väljundile suunatud lähenemist, mis näitab seda, kui palju saaksid põllumajandustootjad olemasolevate sisenditega väljundit toota, et saavutada tehniline efektiivsus. Töös käsitletakse tehnilist efektiivsust (*CRS*), puhast tehnilist efektiivsust (*VRS*) ja mastaabiefekti (*SE*). *DEA* analüüsi tulemuste põhjal on võimalik öelda, kui palju on ettevõttel võimalik olemasolevate sisenditega toodangu kogust suurendada. *DEA* meetodiga saab ülevaate tehnilisest efektiivsusest, ent sellega ei ole võimalik testida sisendite ja väljundite statistilist olulisust.

Efektiivsuse leidmiseks kasutatavad sisendid on:

- 1) lehmade arv (tk) ja produktiivsus (kg);
- 2) maa (ha);
- 3) töö (h);
- 4) kapital (EUR);
- 5) vahetarbimine (EUR).

Efektiivsuse leidmiseks kasutatakse väljundina piima müüki ja muud müüki eurodes. Magistritöö empiirilises osas käsitleb töö autor põhjalikumalt lehmade produktiivsust, maa tootlikkust, söodakulude tootlikkust ja vahetarbimiskulude tootlikkust. Samu näitajaid kasutatakse ka efektiivsuse hindamisel.

Lisaks *DEA* meetodile kasutatakse käesolevas magistritöös ka regressioonanalüüsi. Lisaks efektiivsusskooridele, mis on leitud *DEA* meetodiga ning mis annavad ülevaate ettevõtete tehnilisest efektiivsusest, on oluline hinnata ka tegureid, mis mõjutavad potentsiaalselt efektiivsust. *DEA* meetod pakub efektiivsusskoori, mis on vahemikus null kuni üks ja sobib seetõttu tehnilist efektiivsust mõjutavate tegurite hindamiseks. Regressioonanalüüsi eesmärgiks on leida tootlikkuse, tehnilise efektiivsuse ja lüpsikarja tervise vahelised seosed.

Allolevas tabelis 2 on välja toodud *DEA* analüüsis ja regressioonanalüüsis kasutatud muutujate kirjeldav statistika, mis annab ülevaate töös kasutatud sisenditest ja väljunditest ning regressioonanalüüsi muutujatest. *DEA* analüüsis kasutatud sisendid: piimalehmade arv, maa kokku, töötunnid kokku, amortisatsioon ja vahetarbimine.

*DEA* analüüsi väljundina kasutati piima müüki ja muud müüki. Regressioonanalüüsi teostamisel valiti sõltuvaks muutujaks puhas tehniline efektiivsus ning sõltumatuteks

muutujateks praakimismäär, piimatoodang, piima rasvasisaldus, piima valgusisaldus, somaatilised rakud, esmaspoegimisvanus, tootlik iga ja karjast väljamineku vanus.

**Tabel 2.** Kirjeldav statistika töös kasutatavate muutujatega aastatel 2012 ja 2017 (Autori koostatud *FADN* ja *EPJ* andmete põhjal)

		2012				2017			
Muutujad	Ühik	Keskmine	Standard-hälve	Min.	Max.	Keskmine	Standard-hälve	Min.	Max.
<b>DEA sisendid</b>									
Piimalehmad	tk	273,8	358,3	6,8	1642,6	315,8	427,1	6,0	1840,0
Maa kokku	ha	837,0	1126,3	18,5	5729,5	830,6	1112,8	19,0	5612,4
Töötunnid	h	35065,6	47507,3	2150,0	254376,0	35379,5	55155,1	1700,0	368925,0
Amort	€	121309,1	155566,8	209,0	735414,0	152887,1	196049,9	503,0	792676,0
Vahetarbimine	€	879010,4	1428308,3	13129,0	9510771,0	1075506,9	1724875,5	11257,0	11317365,0
<b>DEA väljundid</b>									
Piima müük	€	643177,93	885834,31	5531,00	4051550,00	978249,13	1459633,75	5450,00	6281657,00
Muu müük	€	203853,21	720666,78	83,00	5918727,00	220065,38	773593,63	83,00	6325461,00
<b>Sõltuv muutuja</b>									
Tehniline-efektiivsus		0,876	0,139	0,435	1,000	0,851	0,135	0,501	1,000
<b>Sõltumatud muutujad</b>									
Väljaminek	%	31,1	10,8	11,8	70,6	29,6	9,4	12,5	57,1
Piimatoodang	kg	8092,3	1635,9	3296,3	12132,0	8526,2	1804,1	4410,0	12814,0
Piima rasv	%	4,1	0,3	3,5	5,1	4,1	0,3	3,4	5,0
Piima valk	%	3,4	0,1	3,0	3,6	3,4	0,1	3,1	3,6
Som. rakud	tuhat	283,8	118,8	97,3	707,8	268,3	153,0	67,0	1070,0
Esmaspoegimine	päeva	824,0	144,1	235,5	1233,0	835,9	103,0	704,0	1249,0
Tootlik iga	päeva	1313,1	494,0	686,0	4550,0	1260,0	418,9	195,0	2839,0
Väljamineku vanus	päeva	2201,8	509,4	1473,8	5292,0	2122,5	454,1	1058,0	3806,5

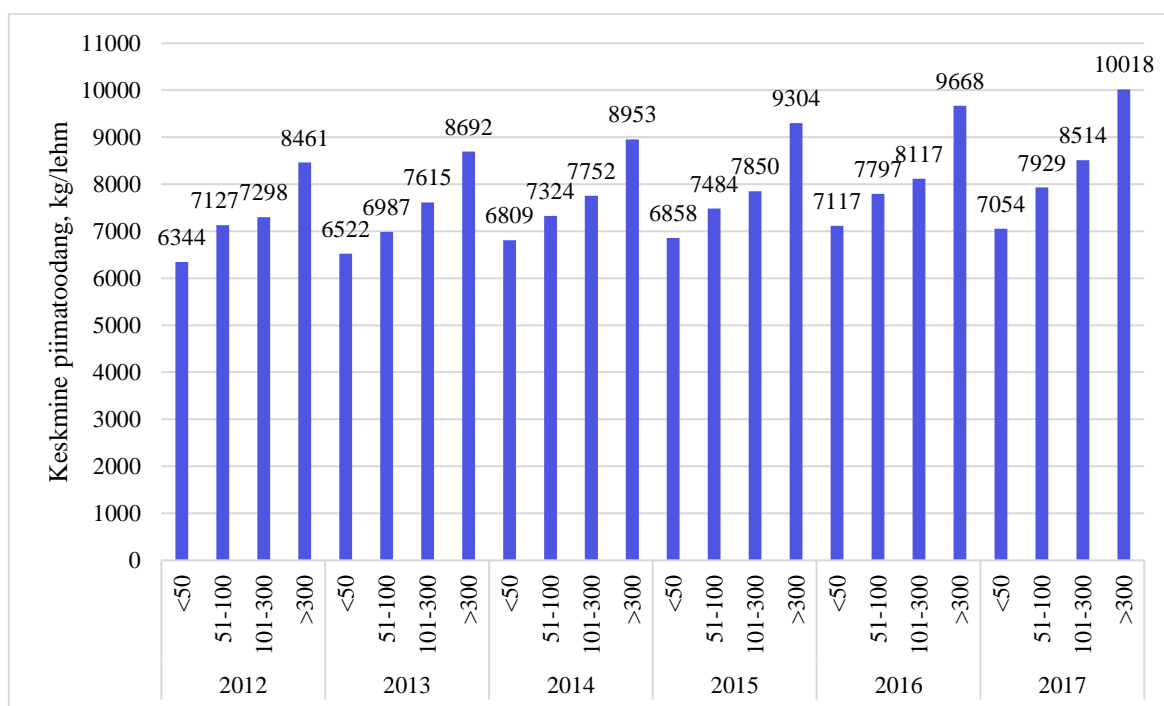
Muutujate minimaalsete ja maksimaalsete väärtuste vahe on suur (tabel 2). See tuleneb sellest, et valimis on nii väikese kui ka suure karjaga piimatootmisettevõtteid. Eesti piimatootmist kirjeldab mudel, kus väiketootjad toodavad vaid väikese osa kogu piimatoodangust ja suurte karjadega ettevõtted toodavad suurema osa kogu piimatoodangust. Pärast Euroopa Liiduga ühinemist hakkasid rohkem toetusi saama eelkõige suurtootjad, mitte väikese ja keskmise suurusega piimatootmisettevõtted.

## 2.2. Eesti piimatootmisettevõtete tootlikkusnäitajad

### 2.2.1. FADN testettevõtete ja EPJ lehmade produktiivsus

Eesti piimatootmisele on iseloomulik palju väiketootjaid, kes toodavad väikese osa kogu piimatoodangust ning väike osa suuri piimatootjaid, kes toodavad suurema osa kogutoodangust. Käesoleva magistritöö analüüsis kasutavate piimatootmisettevõtete kohta saab öelda sama nende hulgas on palju väga väikeseid ja vähe väga suuri piimatootjaid. Käesolevas peatükis antakse ülevaade piimatootmisele spetsialiseerunud ettevõtete tootlikkusest aastatel 2012–2017 FADN-i andmebaasi põhjal. Tootlikkuse näitajana on kasutatud osa- ja tegurirühma tootlikkust. Ülevaate andmiseks kasutatud ettevõtete näitajad on välja toodud karja suurusgruppide keskmiste näitajana.

Üheks oluliseks näitajaks piimatootmises on produktiivsus. Mida suurem on piimalehmade produktiivsus, seda suuremaks kujuneb piima kogutoodang. Alloleval joonisel 3 on välja toodud FADN piimatootmisettevõtete lehmade produktiivsus aastatel 2012–2017.



**Joonis 3.** Keskmise piimatoodang lehma kohta (kg) suurusgrupiti Eestis aastatel 2012–2017. (Autori koostatud FADN andmete põhjal)

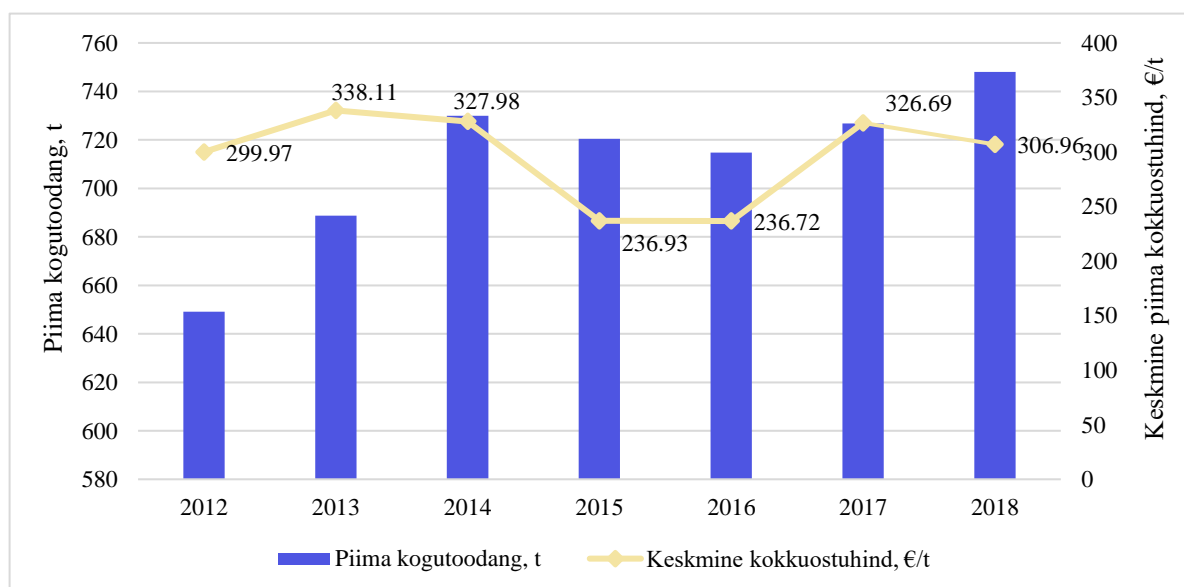
Piimatootmisettevõtete seisukohast mõjutab lehma tervis ettevõtte majanduslikku seisundit tulude vähenemise ja kulude suurenemise kaudu. Suurimaks kuluks on ravikulud ja peaaegu sama kulukas on loomade praakimine. Erinevaid haiguseid ennetavate meetmete rakendamine on küll kulukas, kuid need kulud on siiski väiksemad kui haigusjuhtumist tingitud kulud. Enamiku haigustega kaasnevad ka toodangu langus ja reproduktsiooni-probleemid, mis vähendavad seeläbi kasumit.

Põhilised haigused, mis langetavad piimatoodangut ja mille tõttu tõusevad karja taastootmiskulud (viljakuse ja väljapraakimisega seonduvad kulud), on udarahaigused, sigimisprobleemid ja jäsemeprobleemid. Kõige otsesemalt mõjutavad produktiivsuse langust udaraprobleemid. Selle haiguse tagajärjel väheneb lehmade piimatoodang ning langeb piima kvaliteet, mille tõttu väheneb ka piima müügitoodangu osakaal kogutoodangust. Samuti põhjustavad udarahaigused piimalehmade suurimat karjast välja praakimise ohtu. Udarahaigused põhjustavad ka piimalehmade sigivusprobleeme – mastiiti põdevaid lehmaid on raskem viljastada. Jäsemeprobleemid ei mõjuta piimatoodangut nii otseselt kui udara ja sigimisprobleemid. Probleemsed jäsemad põhjustavad piimalehmadele ebameeldivust, mistõttu tunneb loom ennast halvasti, eelistab rohkem pikutada ja puhata. Selle tulemusena söövad lehmad vähem, mistõttu ei saa nad piisavalt energiat piima tootmiseks ning seetõttu langeb lehmade produktiivsus ja piima rasvasisaldus.

Lehmade piimakus on vaadeldava perioodi vältel aina kasvanud (joonis 3). Kõige enam piimatoodangut annavad lehmad, kes kuuluvad suurusgruppi, kus on üle 300 piimalehma. Antud karjade puhul on tegemist suurettevõtetega, kes kasvatavad holsteini tõugu piimalehmaid ja kasutavad kaasaegseid lüpsitehnoloogiaid (platsillüpsi ja karussell-lüpsi) ning kelle keskmine piimatoodang ületab 2017. aasta seisuga 10 000 kg piiri. See tuleneb suuresti sellest, et nende ettevõtete sissetulekud on suuremad, tänu millele saavad nad investeerida rohkem raha uute tehnoloogiate kasutuselevõtuks, tõuaretuseks, uute lautade ehitamiseks ja kvaliteetsete söötade kasutamiseks. Lisaks kasutab enamik suurtootjaid vabapidamis-lautasid, mis vähendavad loomade stressi ning selle tulemusena annavad lehmad ka rohkem piima. Kuna suurtootjate söödakulud on kõrged, eriti ostetud söötade puhul, võib järeldada, et loomadele antakse piimatoodangu suurendamiseks jõusööta (allolev joonis 6). Mida paremat ja kvaliteetsemat sööta lehmad saavad, seda kvaliteetsemat ja suuremat toodangut nad annavad. Kõige madalama piimatoodanguga on need karjad, kus lehmade arv on kuni 50 pead, nende keskmine piimatoodang on vaadeldava perioodi 2012–2017 vältel

keskmiselt 6784 kg. Mida madalam on loomade produktiivsus, seda rohkem kulutusi tuleb teha selleks, et tõsta tootmise efektiivsust ja seeläbi suurendada piimatoodangut. Lisaks sellele, et väiketootjate sissetulekud on väiksemad, ei kasuta nad loomade söötmisel nii palju jõusööta kui suurtootjad. See aga tähendab seda, et loomad ei saa piisavas koguses kvaliteetseid toitaineid, et piimatoodangut suurendada. Samuti ei ole väiketootjatel piisavalt rahalisi vahendeid, et iga-aastaselt investeerida tootmis-tehnoloogiatesse ja tootmisprotsessi. Oluline on märkida, et väiketootjate puhul on loomapidamine ka elulaadi küsimus, st loomi peetakse teadlikult madalama toodangumahu juures. Kõige stabiilsema piimatoodanguga farmid kuuluvad suurusgruppidesse 51–100 lehma ja 101–300 lehma. Nende kahe suurusgrupi lehmade produktiivsus on vaadeldud perioodi 2012–2017 vältel püsinud vastavalt 7441 kg ja 7857 kg lehma kohta. Antud suurusgruppide puhul on tegemist keskmise suurusega piimatootjatega, kes suudavad stabiilselt investeerida oma tootmisesse, mis aitab tõsta oma ettevõtete tootlikkust ja efektiivsust.

2014. aastal mõjutas piimatootjaid põhiliselt piimatootmisest saadav tulu, kuna tootjatele maksti piima eest vähem kui 2013. aastal (joonis 4). Madala piima kokkuostuhinna peamiseks põhjuseks on 2014. aastal Venemaa poolt kehtestatud kaubanduspiirangud. Selle tõttu tekkis piimatootjatel ületootmine, kuna piima ei olnud võimalik realiseerida. Samal aastal tehti ka investeeringuid lautade renoveerimisse, mis omakorda viis tootlikkuse alla. (Piimafoorum 2014: 4, 8, 21)



**Joonis 4.** Piima kogutoodang ja keskmine piima kokkuostuhind aastatel 2012–2018. (Autori koostatud Eesti Statistikaameti andmete põhjal (PM18))

Kuna 2014. aasta teises pooles oli piima kokkuostuhind jätkuvalt madalal tasemel, siis 2015. aastal langes piimatootmine veelgi. Lisaks sellele mõjutas piimatootmise vähenemist 2015. aastal veel kehtinud tarnekvoot, mille ületamise kartuses tootsid piimatootmisettevõtted veelgi vähem piima. Piimatoodangu vähenemise põhjuseks oli piimalehmade arvu 5,3%-line vähenemine võrreldes 2014. aasta lõpu seisuga. Keeruliste tingimuste tõttu vähendas osa tootjaist täiendavalt karja või loobus tootmisest. (Maaeluministeerium... 2015: 34)

Lisaks produktiivsusele mõjutab piimatootjate kokkuostuhinda ka piima kvaliteet, kuna sellest sõltub, millist hinda kokkuostus tootjale makstakse. Toorpiima kvaliteedi olulisemateks kategooriateks on piima hügieen ja koostis. Piima hügieeninõuded on olulised, et tagada toiduohutus. Põhilisteks hügieeninäitajateks on mikroobide ja soomaatiliste rakkude sisaldus piimas. Somaatiliste rakkude arvu abil saab kindlaks määrata, kas karja vaevab mastiit ehk udarapõletik. Mastiidi korral muutub piima koostisosade sisaldus ning tekivad maitse- ja lõhnavead. (Poikalainen 2006: 236) Allolevas tabelis 3 on välja toodud piimale kehtivad kvaliteediklassid. Üks olulisemaid piima kvaliteedi mõjutajaid on soomaatiliste rakkude arv ja see kajastub kõikides kvaliteedinäitajates.

**Tabel 3.** Toorpiima kvaliteediklassid (Toorpiima kvaliteediklasside nõuded...2008)

<b>Kvaliteedinäitaja</b>	<b>Kirjeldus</b>	<b>Mikroorganismide arv ml-s</b>	<b>Somaatiliste rakkude arv ml-s</b>
Eliit	Väga hea kvaliteet	$\leq 50\ 000$	$\leq 300\ 000$
Kõrgem	Hea kvaliteet	$\leq 100\ 000$	$\leq 400\ 000$
I	Rahuldav kvaliteet	$\leq 200\ 000$	$\leq 600\ 000$
II	Mitterahuldav kvaliteet	$> 200\ 000$	$> 600\ 000$

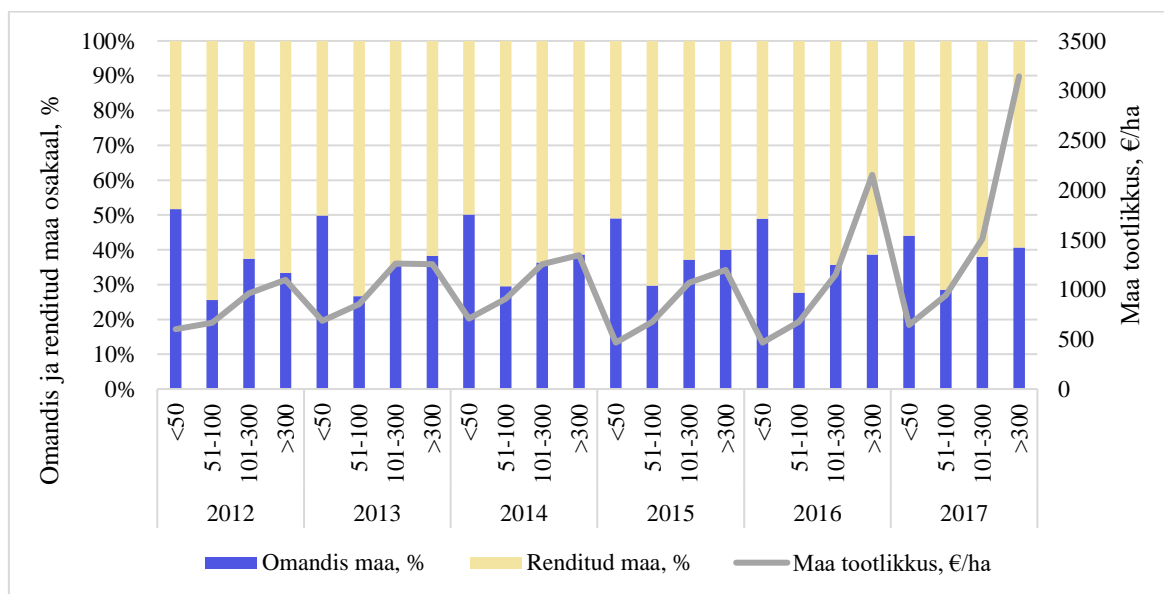
Antibiootikumiravi puhul tekivad piima ka antibiootikumide jäägid. Udarapõletike korral langeb loomade piimatoodang, samuti suurenevad veterinaarkulud ning see mõjutab negatiivselt ettevõtte majandustulemusi. (Poikalainen 2006: 230, 232)

Piimatootjate müügitulu sõltub suuresti lehmade produktiivsusest ja kokkuostuhinnast, mis omakorda sõltub piima kvaliteedinäitajatest ja loomade tervisest. Sellest saab järeldada, et mida tervemad on loomad, seda suurem on piimatoodang ja seda kõrgemat hinda tootjatele makstakse ning seda suurem on nende müügitulu.

### 2.2.2. Maa tootlikkus

Põllumajanduslikus tootmises on üks tähtsamaid tootmistegureid maa. Kuna maa on pika aja jooksul taastuv loodusressurss, tuleb seda kasutada võimalikult efektiivselt. Piimatootjad kasvatavad oma kasutuses oleval maal loomadele sööta ning seetõttu tuleb silmas pidada, et põllumehed ei kurnaks maad, mis vähendab mulla viljakust, mille tulemusena omakorda kahaneb põllukultuuride toiteväärtus. Toiteväärtuse kahanemise tulemusena langeb sööda kvaliteet ja väheneb loomade piimatoodang.

Käesolevas peatükis analüüsitakse maa tootlikkust, mille arvutamisel on sisendina kasutatud maad kokku hektarites (omandis ja renditud maa) ja väljundina kogu müügitulu. Maa tootlikkus näitab ühe hektari kohta saadud kogutoodangu väärtust eurodes. Maa tootlikkus on seotud ühe sisendiga, mille kasutamise eesmärgiks on mõõta, kuidas müügitulu aja jooksul teatud sisendi ühiku kohta muutub. Nende piimatootjate maa tootlikkus on kõrgem, kelle farmid asuvad viljakama mullaga piirkondades, kuna nad saavad kasvatada parema toiteväärtusega söötasid. Alloleval joonisel 5 on välja toodud maa kasutus karja suurusgruppide alusel aastatel 2012–2015.



**Joonis 5.** Maa tootlikkus (€/ha) ja maa kasutus suurusgrupiti aastatel 2012–2015. (Autori koostatud FADN andmete põhjal)

Piimatootmisettevõtted kasutavad rohkem renditud maad kui omandis olevat maad (joonis 5). Väiketootjatel on omandis oleva maa kasutus aastate jooksul vähenenud, renditud maa kasutus aga suurenenud. Vastupidiselt väiketootjatele on suurtootjate omandis oleva maa

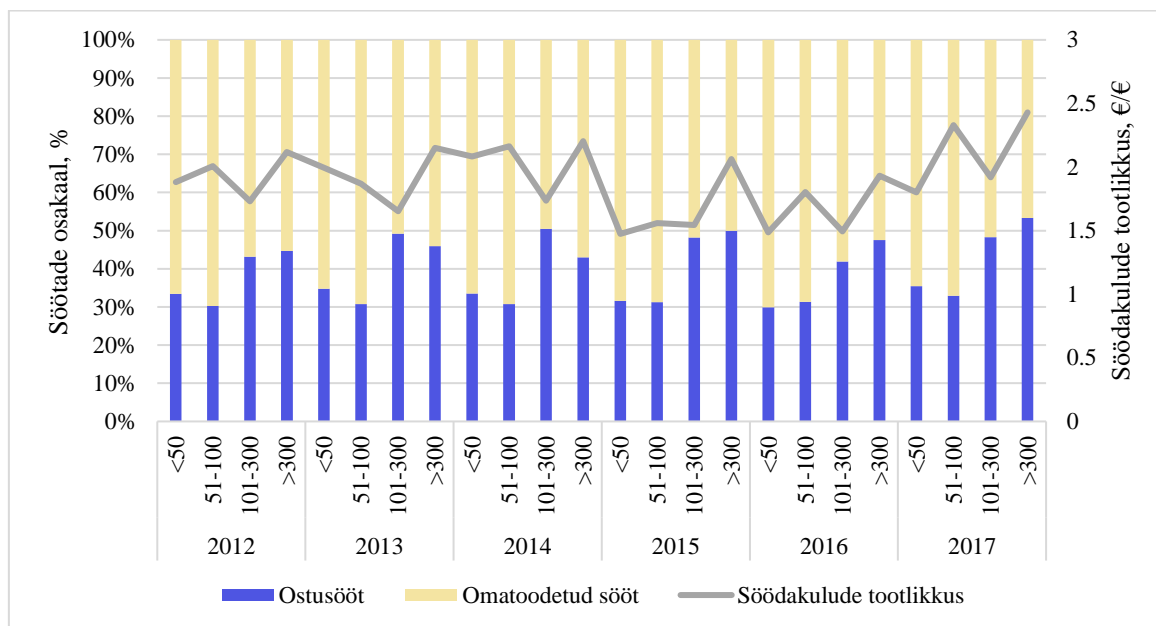
kasutus suurenenud ja renditud maa osa vähenenud. Joonise 5 järgi saab väita, et mida suuremad on piimatootmisettevõtted, seda rohkem kasutatakse renditud maad. Kuna põllumajandusliku maa rentimine on ettevõtetele üsna kulukas, tuleks tähelepanu pöörata maa tootlikkuse suurendamisele. Kõige madalam on maa tootlikkus ettevõtetes, kus on <50 lehma. Kuue aasta jooksul on väiketootjatel maa tootlikkus suurenenud 7% võrra. Kuna tegemist on väiketootjatega, siis on madala tootlikkuse peamiseks põhjuseks rahaliste vahendite nappus investeeringute tegemiseks ja tootlikkuse tõstmiseks. Keskmise suurusega ettevõtetel (51–100 ja 101–300) on maa tootlikkus kuue aasta jooksul tõusnud 42% võrra ja sellest võib järeldada, et antud suurusgrupp on hakanud maad efektiivsemalt kasutama, pannes maa rohkem enda jaoks tööle, kasvatades rohkem enda toodetud söötasid. Samuti võib eeldada, et loomi on hakatud sagedamini rohumaal karjatama. Kõige kõrgem on maa tootlikkus ettevõtetes, kus on >300 lehma. 2017. aastal teeniti ühe hektari pealt 3144 eurot müügitulu, mis on 186% rohkem kui 2012. aastal. Üheks põhjuseks on kindlasti rahaliste ressursside olemasolu, tänu millele saavad ettevõtted rentida rohkem maad, mida on vaja loomade pidamiseks ja põllukultuuride kasvatamiseks. Samuti on neil ressursse, et kasutada erinevaid väetisi ja taimekaitsevahendeid ning kasvatada võimalikult kvaliteetseid põllukultuure, mida kasutatakse loomade söötmiseks. Tihtipeale juhtub ka, et haritava maa juurde hankimine ei anna loodetud kogutoodangu kasvu, sest lihtsalt ei osata seda ressursi kõige tulemuslikumalt kasutada ning loodetud tootlikkuse kasvu ei saavutata.

### **2.2.3. Söödakulude tootlikkus**

Ettevõtete tootlikkust mõjutavad ka kulutused söötadele. Piimatoodangu suurusele avaldavad otseselt mõju jõusööda ja põhisööda osakaal. Söödakulud koosnevad omatoodetud söödast ja ostetud söödast. Söödakulude tootlikkus sõltub suuresti sellest, kas ettevõtte toodab sööda ise või ostab vajamineva sööda. Piimatootmisettevõtted kasutavad omatoodetud sööta rohkem kui ostetud sööta (joonis 6). Suurusgrupiti on omatoodetud ja ostusööda osakaal aastate jooksul muutunud, kuid mitte märkimisväärselt. Omatoodetud söötade kasutamine aitab ettevõtetel kulusid kokku hoida, sest ostusöödad on kallid ning mõjutavad ettevõtte tootlikkuse taset. Omatoodetud sööta kasutavad kõige rohkem väikeettevõtted, sest neil ei ole piisavalt ressursi, et sööta sisse osta. Kõige vähem kasutavad omatoodetud sööta ettevõtted, kus on rohkem kui 300 lehma. Sellest tulenevalt on näha, et



suurettevõtjad kasutavad kõige rohkem ostetud sööta, sealhulgas jõusööta, söödalisandeid ja vitamiine, teravilja, rapsikooki, heina ja silo.



**Joonis 6.** Söödakulude tootlikkus (€/€) ja söötate osakaal (%) suurusgrupiti aastatel 2012–2017. (Autori koostatud *FADN* andmete põhjal)

Mitmed terviseprobleemid seotud kehvade söödaratsiooni või söötmisega ning põhjustavad negatiivset mõju nii lehma tervisele, heaolule kui ka toodangule. Vastavalt EPJ andmetele esines 2017. aastal ainevahetushaigusi 5,9%-l lehmadest. Piimatootjad ei tohiks söödakulude pealt liialt kokku hoida, kuna loomadel võib tekkida toitainete puudus, mis mõjutab üldiselt karja immuunsüsteemi. See muudab loomad vastuvõtlikumaks erinevatele haigustele, mis omakorda langetavad karja sigimisvõimet. Vastavalt eeltoodule piimakarja produktiivsus langeb ning sellest tulenevalt halvenevad piimatootmisettevõtete majandustulemused. Terviseprobleemid tekitavad piimatootmisettevõtetele majanduslikku kahju piimatoodangu vähenemise, suurenenud prakeerimise ja suremuse, suurenenud veterinaarkulutuste ja sigivusnäitajate halvenemise tagajärjel. Suuretoodanguliste lehmade toodanguvõime jääb realiseerimata, nad kõhnuvad liigselt, mistõttu halveneb ka nende sigivus. (Kärt jt 2015) Söötiskulud moodustavad piimatootmisettevõtetes 30–50% kõikidest kuludest, mis on ühtlasi loomakasvatuskuludest suurim kululiik lehma kohta. Seega on võimalik söötiskulusid efektiivsemalt juhtides saavutada parim kuluefektiivsus.

Söödakulude tootlikkuse leidmisel on kasutatud sisendina sööta (omatoodeid ja ostetud) eurodes ja väljundina kogu müügitulu eurodes (joonis 6). Ettevõtetel peavad olema paigas

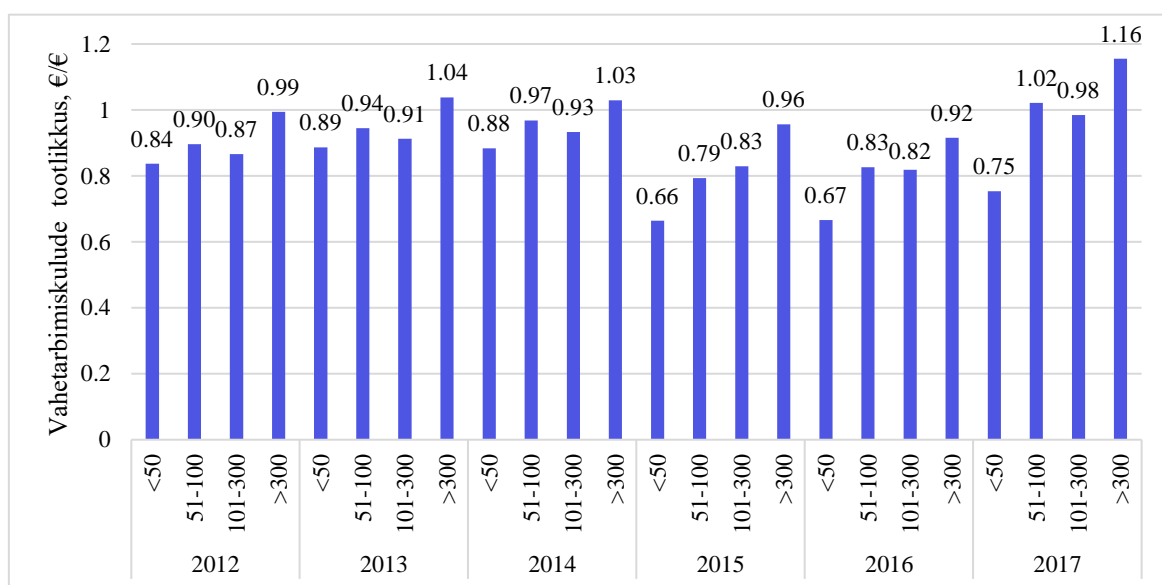
õiged ja kõige tõhusamad söödanormid vastavalt loomade vajadustele. Jooniselt 6 on näha, et kõige kõrgema söödakulude tootlikkusega on ettevõtted, kellel on rohkem kui 300 lehma. Samuti on näha, et suurusgrupis 51–100 lehma on söödakulude tootlikkus aastate jooksul palju muutunud. Kui 2015. aastal oli nende söödakulude tootlikkus ainult 1,56 eurot, siis 2017. aastal tõusis antud näitaja 2,33 euronni. Samuti paistavad madalama söödakulude tootlikkusega silma piimatootmisettevõtted, kus on 101–300 lehma. Söödakuludel on oluline mõju piima müügitulule ning piimatoodangule. Kõige rohkem müügitulu ühe kulutatud söödakulu euro kohta teenisid ettevõtted, mis asusid suurtootjate grupis, kus on >300 kui piimalehma. 2017. aastal teeniti selles grupis ühe kulutatud söödakulu euro kohta 2,43 eurot müügitulu. Peaaegu sama tulemuse saavutasid ka need ettevõtted, kes kuulusid karja suurusgruppi 51–100 lehma, mis tulenes sellest, et antud grupp kasutas rohkem omatoodetud söötasid ning hoidis ostetud söötade arvelt kulusid kokku. Söödakulusid aitab vähendada ka lehmade suvine karjatamine, sest karjamaal olev rohi ei maksa suurt midagi. Kuna Eestis ei saa lehma aastaringselt karjatada, tuleb loomi vähe haaval rohumaa rohuga harjutada, muidu võivad tabada neid terviseprobleemid ning sellest tulenevalt väheneb ka loomade piimatoodang. Kõige vähem müügitulu teeniti ühe kulutatud söödakulu euro kohta 2015. aastal suurusgrupis < 50 lehma, milleks oli 1,47 eurot ning seda mõjutas üldine tooraine ja sisendite hindade kallinemine ning piimatoodangu vähenemine.

Ülaltoodud analüüsi põhjal saab järeldada, et söödakulude tootlikkusel on oluline roll piimakarjakasvatuse tootlikkust mõjutavate tegurite hulgas. Söötadel on tähtis osa piimakarja tervises, kuna korralik ning kvaliteetne sööt tagab loomadele kõrgema piimatoodangu ning paremad tervisenäitajad. Sööda koostise varieerumine mõjutab aga piimatoodangut ja piima kvaliteedinäitajaid. Kuna EPJ andmebaasi põhjal tuli välja, et kõige enam kasvatatakse Eestis kõrge piimakusega Eesti holsteini tõugu lehma (81,1%), kes on pidamise ja söötmise tingimuste suhtes nõudlikud, ei saa piimatootmisettevõtted söödakulude pealt kokku hoida. Piimatoodangut mõjutab kõige üldisemalt jõusööda ja põhisööda osakaal. Söödakulusid aitab vähendada lehmade suvine karjatamine, mis ühtlasi suurendab inimese tervisele kasulike antioksüdantide ja rasvhapete sisaldust piimas.

#### 2.2.4. Vahetarbimiskulude tootlikkus

Järgnevas peatükis analüüsitakse vahetarbimiskulude tootlikkust. Sisendina kasutatakse vahetarbimiskulusid, mis koosnevad eri- ja üldkuludest ning väljundina kasutatakse kogu müügitulu. Joonisel 8 on välja toodud vahetarbimiskulude tootlikkus suurusgrupiti aastatel 2012–2017.

Erikulud koosnevad loomakasvatuse seemne-, sööda-, ning muutuvkuludest. Üldkulud koosnevad masinate ja seadmete korrashoiust, energia tarbimisest, lepingulistest töödest ja muudest põllumajanduslikest üldkuludest.



**Joonis 7.** Vahetarbimiskulude tootlikkus suurusgrupiti aastatel 2012–2017. (Autori koostatud *FADN* andmete põhjal)

Vahetarbimiskulude tootlikkus on suuresti seotud üldkulude ja erikulude muutumisega, mida mõjutab enamjaolt üldine majanduses toimuv hinnatõus. Kõige suuremad kuluartiklid üldkulude puhul on kütusekulu, alltöövõtt ja masinate rent ning masinate ja seadmete korrashoid. Erikulude puhul on kõige suuremateks kuluartikliteks söödakulu, muud loomakasvatuse muutuvkulud, nt veterinaarkulud ja väetised, ning muud mullaviljakuse parandajad. Vahetarbimiskulude tootlikkuse tõstmine on piimatootmisettevõtetele üsna keerukas väljakutse. Vahetarbimiskulud annavad ühe võimaliku lähenemise, kuidas hinnata kulude tootlikkust, mida võib käsitleda kui tegurirühma tootlikkust. Vahetarbimiskulude tootlikkuse arvutamisel kasutatakse väljundina piima müüki ja muud müüki, mis ei sisalda loomade ja varade müüki. Vahetarbimiskulud ei kajasta kõiki piimatootmisettevõtte kulusid.

Vaadeldud perioodi jooksul (joonis 7), mil piimatootjad kulutasid tootmisesse ühe euro, ei ole nad seda raha tagasi teeninud. Ainult suurtootjate puhul, kes kuuluvad karja suurusgruppi >300 lehma, on mõningate aastate (2013–2014) ja 2017 jooksul näha, et tootmisesse kulutatud euro kohta teenitakse mõni sent tagasi. Lisaks suurtootjatele hakkasid 2017. aastal ühe kulutatud euro kohta tulu teenima ka need ettevõtted, kus on 51–100 lehma. Kõige madalama tootlikkusega suurusgrupp on <50 lehma, kus tootlikkusnäitaja on terve vaadeldud perioodi jooksul väga madal olnud. 2015. aastal teeniti ühe kulutatud euro kohta tervelt 0,34 eurot kahjumit, mis näitab, et väiketootjad on Eestis piimatootmisega üsnagi suurtes raskustes. Selleks, et piimatootmisettevõtted oleks jätkusuutlikud, makstakse neile erinevaid toetusi, mis aitavad kulusid kompenseerida ning kahjumit vähendada.

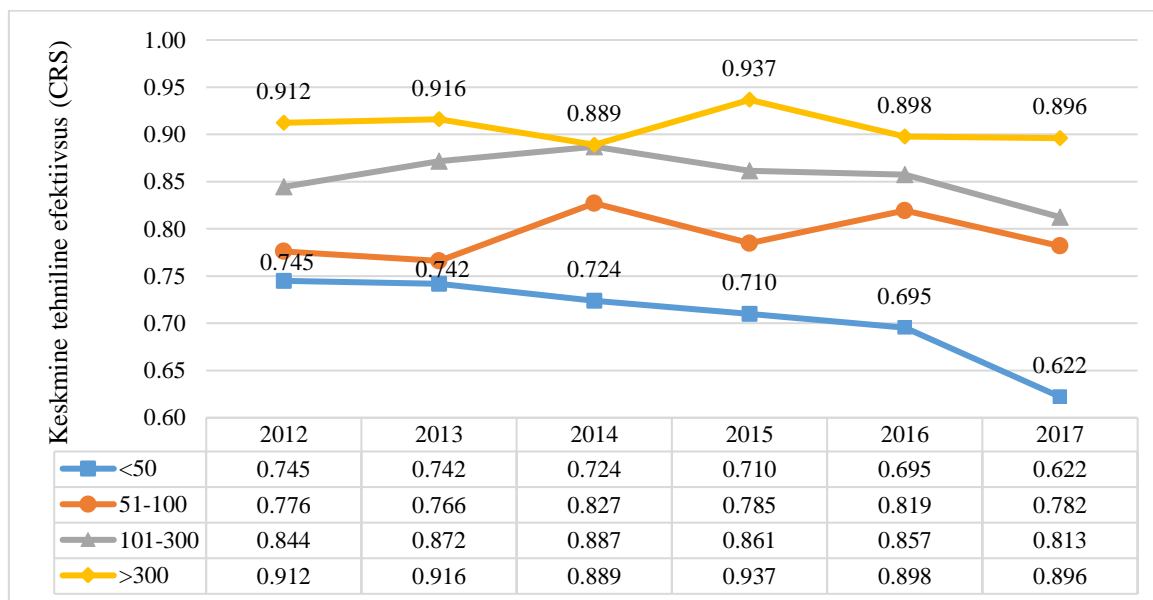
Lähtudes tootlikkuse näitajatest võib järeldada, et piimatootjatel, kellel on vähem kui 50 lehma, on ettevõtte tootlikkuse kasv aastate jooksul pidurdunud ning langenud. Vaadeldud perioodi 2012–2017 jooksul on antud suurusgrupis tehtud kõige vähem investeeringuid. Tuginedes tabelile (lisa 1) on näha, et antud suurusgrupp on antud aastate lõikes investeerinud keskmiselt 578,25 eurot lehma kohta. Kõige rohkem investeeringuid on teinud suurusgrupp 51–100 lehma, milleks on antud perioodi vältel 1419,09 eurot lehma kohta. Ettevõtted, kelle karja suurus on 101–300 lehma, on antud perioodi vältel investeerinud keskmiselt 918,60 eurot lehma kohta ja suurusgrupp 300 lehma on aastate jooksul investeerinud keskmiselt 1071,90 eurot lehma kohta. Piimakuse, maa tootlikkuse, söödakulude tootlikkuse ja vahetarbimiskulude tootlikkuse näitajad on suurusgrupil <50 lehma väga madalad. Selle põhjal saab järeldada, et ettevõtetel ei ole piisavalt vahendeid, et palka maksta ja investeerida tootmise arendamisse. Kõige raskemas seisus on piimatootjad suurusgrupis <50 lehma, kuna nad toodavad teiste suurusgruppidega võrreldes oluliselt vähem piima ning nende piima kvaliteet ei kuulu eliitklassi, mistõttu kujuneb piima kokkuostuhind nende jaoks madalamaks kui teistel ning nad teenivad vähem müügitulu.

Toetudes töös läbi viidud tootlikkuse analüüsile, on magistritöö autori arvates kõige stabiilsemad ettevõtted, kus on >300 lehma. Selle suurusgrupi ettevõtete 2012–2017 aastate keskmised tootlikkuse näitajad on kõrgemad, kui teistel suurusgruppidel. Suurtootjatel on piimakus kõige kõrgem ja tööjõukasutus on muutunud tõhusamaks, kuna nad kasutavad kaasaegseid tehnoloogiaid ja tegelevad automatiseerimisega, et vähendada võimalikult palju inimese otsest osalust lüpsikarjaga tegelemisel. Suurtootjate probleemiks on magistritöö autori arvates nende rendimaa suur osakaal kogu maakasutusest. Suurtootjatel on kõrge

võlakoorumus, mis 2015. aastal oli 48%. (Piimafoorum 2016: 16) Selle tõttu võivad ohus olla tulevikus tehtavad investeeringud.

### 2.3. Piimatootjate tehniline efektiivsus suurusgrupiti aastatel 2012–2017

Käesolevas peatükis antakse suurusgruppide lõikes ülevaade piimatootmisettevõtete tehnilisest efektiivsusest (*CRS*), puhtast tehnilisest efektiivsusest (*VRS*) ja mastaabiefektist (*SE*) aastatel 2012–2017. Analüüsitavad tulemused on leitud andmerajaanalüüsi ehk *DEA* meetodi abil. Joonisel 9 on näha, et analüüsitavate piimatootmisettevõtete tehniline efektiivsus varieerub aastate lõikes.

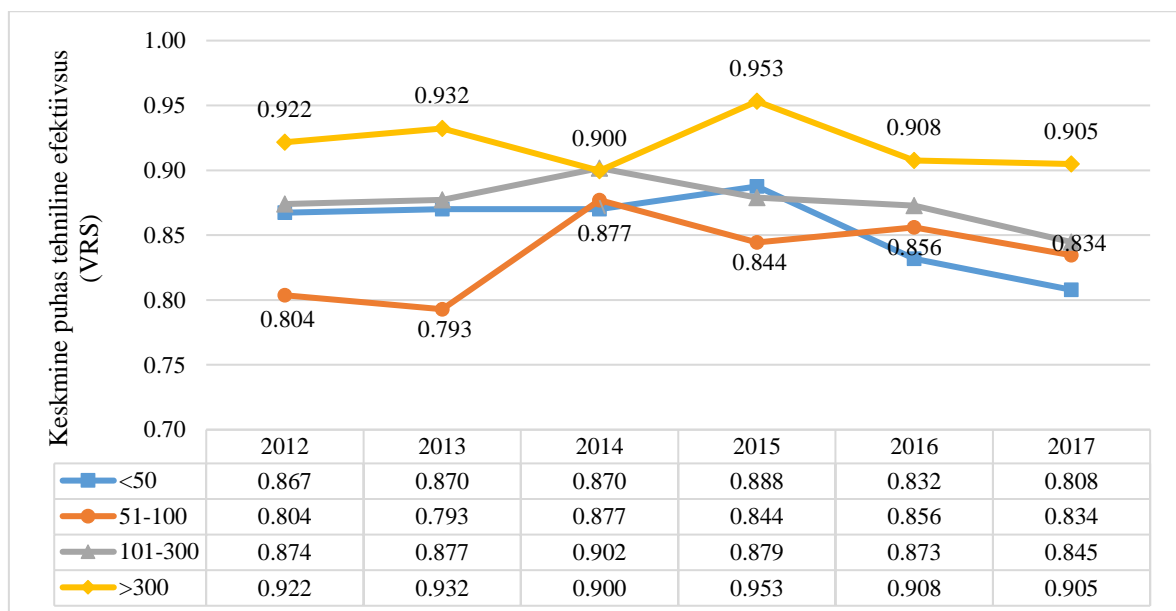


**Joonis 8.** Piimatootmisettevõtete tehniline efektiivsus suurusgrupiti aastatel 2012–2017. (Autori koostatud *FADN* andmete põhjal)

Tehniline efektiivsus leitakse siis, kui eeldatakse konstantset mastaabiefekti. Mastaabiefektita tootmine tähendab seda, et tegemist on tehnilise efektiivsusega ehk eeldatakse seda, et kui lisada tootmisesse sisendeid, suureneb toodang samas vahekorras. Jooniselt 8 on näha, et tehniliselt kõige efektiivsemad piimatootmisettevõtted on need, kus on rohkem kui 300 piimalehma, ja tehniliselt kõige ebaefektiivsemad piimatootmisettevõtted on need, kus on vähem kui 50 lehma. Ettevõtete keskmine tehnilise efektiivsuse väärtus jäi vahemikku 0,62–0,94, mis näitab seda, et tehnilise efektiivsuse saavutamiseks

peaksid ettevõtted samade sisenditega 6-38% rohkem toodangut tootma. Tuginedes suurusgruppide tootlikkuse analüüsile ning võrreldes neid tulemusi tehnilise efektiivsusega, saab järeldada, et mida kõrgem oli ettevõtte tootlikkus, seda kõrgem oli ka tehniline efektiivsus. Tootlikkuse analüüsist selgus, et suurtootjad on kõige kõrgema tootlikkusega ning kui vaadata joonist 8, siis saab järeldada, et ka selle suurusgrupi tehniline efektiivsus oli kõrgem. Nende suurusgruppide puhul, kelle tootlikkus oli perioodi 2012–2017 vältel madalam, oli ka tehniline efektiivsus väiksem.

Lisaks tehnilisele efektiivsusele tuleb analüüsida puhast tehnilist efektiivsust (*VRS*). Puhas tehniline efektiivsus leitakse juhul kui eeldatakse muutuvat mastaabiefekti. Joonisel 9 on välja toodud puhta tehnilise efektiivsuse skoorid aastatel 2012–2017.



**Joonis 9.** Puhta tehnilise efektiivsuse näitajad suurusgrupiti aastatel 2012–2017. (Autori koostatud *FADN* andmete põhjal)

Jooniselt 9 ilmneb, et suurusgruppidest kõige efektiivsemad on >300 piimalehmaga ettevõtted, neil on kõige kõrgem puhas tehniline efektiivsus. Kõige ebaefektiivsemad ettevõtted kuuluvad suurusgruppi 51–100 lehma. Väiketootjad ja keskmise suurusega piimatootmisettevõtted (<50 ja 51–100 lehma) on madalama efektiivsusega kui suurtootjad, aga kõrgema efektiivsusega kui tootjad, kellel on 51–100 lehma. Samuti on lisas 3 välja toodud puhta tehnilise efektiivsuse skoorid ettevõtete kaupa aastatel 2012–2017, mis annavad ülevaate *VRS* skoori trendist. Kui 2012. aastal oli puhtalt efektiivseid ettevõtteid 23, siis 2017. aastaks oli neid 19.

Tabelis 4 on välja toodud piimatootmisettevõtete mastaabiefekt (*SE*) suurusgrupiti aastatel 2012–2017. Mastaabiefekt leitakse tehnilise efektiivsuse ja puhta tehnilise efektiivsuse suhtena. Kui  $SE = 1$ , siis on ettevõtte mastaabiefektita ehk sisendeid kasutatakse ettevõttes optimaalselt. Juhul kui mastaabiefektiivsus *SE* on aga  $<1$  saab piimatootmisettevõtte tootmist tõhusamaks muuta.

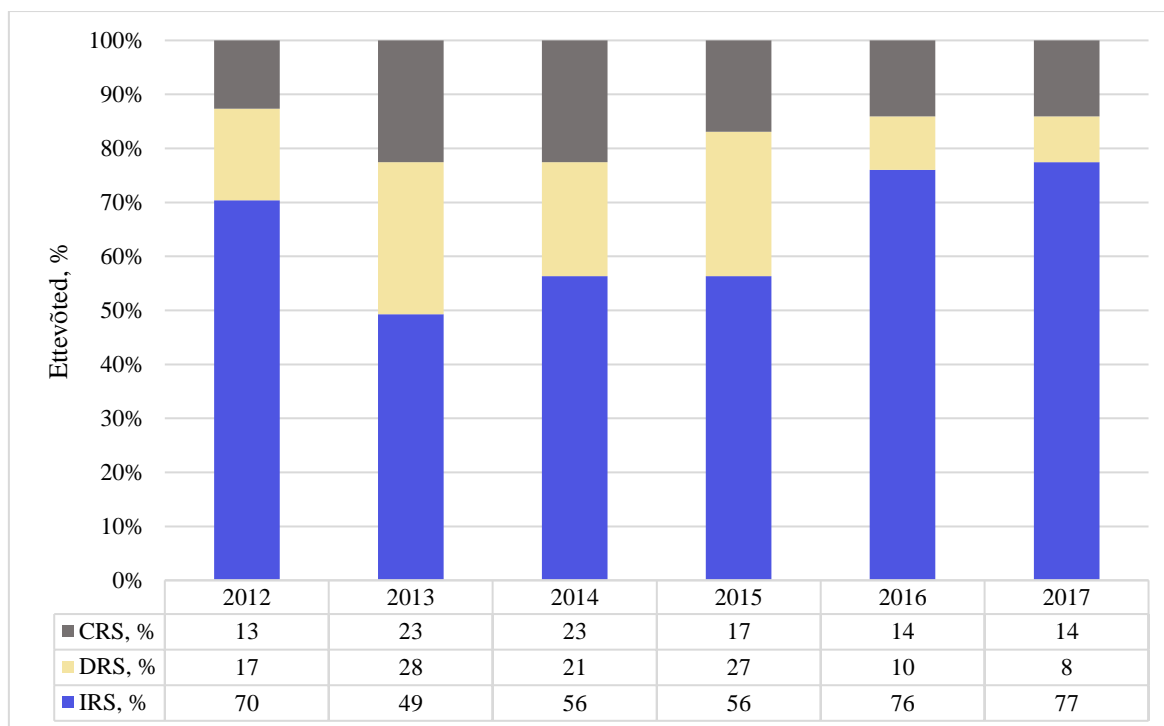
**Tabel 4.** Piimatootmisettevõtete mastaabiefekt suurusgrupiti aastatel 2012–2017 (Autori koostatud *FADN* andmete põhjal)

Suurusgrupp	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<50	0.867	0.860	0.841	0.809	0.843	0.789
51-100	0.963	0.967	0.944	0.930	0.958	0.938
101-300	0.967	0.993	0.984	0.981	0.981	0.962
>300	0.990	0.981	0.988	0.983	0.990	0.990

Kõige kõrgema mastaabiefektiga ettevõtted (tabel 4) on need, kellel on rohkem kui 300 piimalehma. Aastatel 2012–2017 oli piimatootmisettevõtete keskmine mastaabiefekt 0,83–0,99, mis on kõrgem kui keskmine tehniline efektiivsus. Kõige madalama mastaabiefektiga piimatootmisettevõtted kuuluvad suurusgruppi <50 lehma, kus mastaabiefekt on langenud.

Alloleval joonisel 10 on näha kasvava, kahaneva ja konstantse mastaabiefektiga piimatootmisettevõtete osakaal aastatel 2012–2017. *IRS* näitab kasvava mastaabiefektiga tootjate osakaalu, see tähendab, et need ettevõtted on kasvava mastaabiefektiga – tootmisressursside lisandumisel 1% võrra suureneb toodang rohkem kui 1%. *DRS* näitab kahaneva mastaabiefektiga ettevõtete osakaalu ehk need ettevõtted on kahaneva mastaabiefektiga – sisendite lisandumisel 1% võrra kasvab toodang vähem kui 1%. *CRS* näitab konstantse ehk muutumatu mastaabiefektiga tootjate osakaalu ehk need ettevõtted on muutumatu mastaabiefektiga – tootmisressursside lisandumisel 1% võrra suureneb toodang samuti 1%.

Püsiva mastaabiefektiga ettevõtteid on kogu piimatootmisettevõtete arvust keskmiselt 17,3%. Kahaneva mastaabiefektiga piimatootmisettevõtetel ei ole mõttekas sisendeid tootmisesse lisada, sest sisendite mahu suurenemine tingib toodangu aeglasema kasvu. Näiteks sisendite mahu kolmekordistamisel toodang kahekordistub, millega kaasneb ressursside kulutamine, kuid mis ei anna oodatud tulemust.



**Joonis 10.** Kasvava, kahaneva ja konstantse mastaabiefektiga ettevõtete osakaalud aastatel 2012–2017. (Autori koostatud *FADN* andmete põhjal)

Kasvava mastaabiefekti puhul on mõttekas suurendada sisendite arvu, sest sisendite suurendamisel tekib ka oodatud väljundi suurenemine. Kasvav mastaabiefekt näitab seost toodangu koguse ja tootmiseks tehtud kulutuste vahel. See tähendab omakorda, et nendel ettevõtetel, kellel on kasvav mastaabiefekt, kasvavad tootmiseks tehtavad kulutused aeglasemalt kui toodangu kogus. Need piimatootjad, kellel on kasvav mastaabiefekt, saavad enda tootmistegevust muuta veel efektiivsemaks. Antud graafiku põhjal saab väita, et aastate keskmisena on kõige rohkem (64%) ettevõtteid, kellel on kasvav mastaabiefekt. Kahaneva mastaabiefektiga ettevõtteid on perioodi vältel aasta keskmisena 18,5%. Toetudes lisale 2, kus on arvuliselt välja toodud piimatootmisettevõtted, kelle ressursside kasutus oli optimaalne ehk  $SE=1$ , selgus, et ettevõtteid, kes suutsid saavutada optimaalse ressursikasutuse igal aastal, oli kokku 4. Üks piimatootmisettevõtte oli suurusgrupis 101-300 lehma ning 3 ettevõtet olid suurusgrupis >300 lehma.

Ülaltoodu põhjal saab väita, et kõige efektiivsemad piimatootjad on need, kellel on üle 300 piimalehma, ning kõige vähem efektiivsemad, toetudes puhta tehnilise efektiivsuse andmetele, on piimatootjad, kellel on 51–100 lehma. Mastaabiefekt oli vaadeldaval perioodil kõrgem kui tehniline efektiivsus, mis viitab sellele, et suur osa analüüsitud ettevõtete ebaefektiivsusest tuleneb sisendite halvast kasutamisest ja majandamisest, mitte



ettevõtte suurusest. Igal ettevõttel on oma kitsaskohad, mille lahendamiseks peab ettevõtte juht vaeva nägema, et olla tulevikuski jätkusuutlikud ja konkurentsivõimelised.

Lähtuvalt ülaltoodud efektiivsuse üldisest analüüsist annab magistritöö autor alaosas ülevaate sellest, millised karja tervisega seotud probleemid mõjutavad nii ebaefektiivseid kui ka efektiivseid piimatootmisettevõtteid piimakarja suurusgruppide lõikes. Tehnilise efektiivsuse skooride põhjal asuvad efektiivsed ettevõtted suurusgrupis >300 lehma ja ebaefektiivsed ettevõtted suurusgrupis 51–100 lehma.

Üheks piimatootjate suurimaks probleemiks on kõrge loomade praakimismäär. Praakimine on piimalehmade väljaminek karjast müügi, tapmise, realiseerimise või hukkumise tõttu. Piimalehmade hukkumine ja praakimine põhjustavad piimatootmisettevõtetele suurt kahju. Mullikad on piimatootmisettevõtetele kasulikud, kui need viiakse tootmiskarja, kuid sageli saadab piimatoojaid ebaedu, kui noorloomad ei jõua isegi mitte esimese laktatsiooni-perioodini. Selle põhjuseks võib olla surnult sünd, surm juba mullikana või probleemid tiinestumisega. (Terve loom ja tervislik toit 2018: 101)

Samuti avaldavad praakimisele mõju ka loomade erinevad kehalised muutused nagu poegimine, laktatsioon, energiabilanss, sigimine ja loomade vananemine (Dechow ja Goodling 2008: 4361). Pinedo jt (2014) arvates mõjutab piimatootmisettevõtetes loomade välja praakimist just enam karja suurus, lehmade tõug, farmi tüüp, juhtimisotsused, toodang ja taastootmise viis. Kõrge praakimismäär võib olla üheks põhjuseks, miks ettevõtted ei ole efektiivsed. Ball ja Peters (2004: 215–218) leiavad, et praakimismäär võiks jääda alla 25%, hea tulemus oleks, kui see jääks 20% piirile. Suurem praakimismäär tähendab seda, et rohkem loomi on vaja asendada noorloomadega.

Tabelist 5 on näha analüüsitavate ettevõtete praakimismäär suurusgrupiti 2012. ja 2017. aastal. Kahe aasta lõikes on näha, et praakimismäär on vähenenud, v.a nende piimatootjate seas, kes kuuluvad suurusgruppi <50 lehma. 2012. ja 2017. aastal on suurtootjatel (>300 lehma) kõige kõrgem praakimismäär, milleks on vastavalt 35% ja 34%. Antud ettevõtetes on kõrgetoodangulised lehmad, kes on vastuvõtlikumad haigustele ja sellest tulenevalt on praakimismäär kõrgem kui teistel suurusgruppidel.

**Tabel 5.** Piimatootjate karja praakimismäär suurusgrupiti aastatel 2012 ja 2017 EPJ andmete põhjal (Autori koostatud EPJ andmete põhjal)

Suurusgrupp	Praakimismäär, %	
	2012	2017
<50	28	30
51–100	23	21
101–300	34	30
>300	35	34

Lisaks mõjutab suurtootjate puhul suuremat praakimismäära asjaolu, et lihtsalt ei jõuta piisavalt kiiresti haigete loomade jälile ning ei suudeta tagada õigeaegset ravi. Väiksemates karjades on kindlasti juba sellepärast madalam loomade praakimismäär, et seal on looma-inimese kontakt parem ning jõutakse kiiremini reageerida karja tervist puuduvatele probleemidele.

Piimatootmisettevõtete efektiivsusele avaldab mõju ka esmaspoegimisvanus. Mida varem lehmad tiinestatakse, seda suuremaks kujuneb nende eluea toodang. Lehmad peaksid esmasel poegimisel olema 23–24 kuu vanused ehk 700–730 päevased. (Edriss ja Nilforooshan 2004: 2134) Kui esmaspoegimisvanus on liiga kõrge, suureneb vajadus asendusloomade järele, mistõttu suurenevad ka ettevõtete asendusloomade ülalpidamiskulud ning need vähendavad piimatootmise tootlikkust ja efektiivsust. Samuti on piimatootmisettevõtetes tähtis piimakarja karjaspüsivus. Kaasaegsetes karjades on lehmade eluiga keskmiselt vaid 4–5 aastat ehk 1460–1825 päeva, mis tuleneb suuresti loomade haigestumisest. Loomade haigestumisega suurenevad veterinaarkulud ja kui lehmi praagitakse suhteliselt palju karjast välja, suurenevad ka karja taastootmise kulud. Samuti annavad haigestunud lehmad vähem piimatoodangut, mille kvaliteet on madalam ning sageli on see müügikõlbmatu, kas siis soomaatiliste rakkude kõrge arvu või ravimijääkide tõttu. Sellest tulenevalt saavad ettevõtted vähem müügitulu.

**Tabel 6.** Lehmade esmaspoegimisvanus (päev) ja tootlik iga (päev) aastatel 2012 ja 2017 (Autori koostatud EPJ andmete põhjal)

Suurusgrupp	Esmaspoegimisvanus, päeva		Tootlik iga, päeva	
	2012	2017	2012	2017
<50	815	898	1567	1584
51–100	895	858	1502	1300
101–300	837	831	1243	1133
>300	788	769	1031	1029

Tabeli 6 põhjal on näha, et 2012. aastal olid kõige paremad esmaspoegimisvanuse näitajad suurtootjate grupis (>300 lehma), milleks oli 788 päeva. Sealsed loomad poegivad suhteliselt varakult. Sama suurusgrupi lehmade esmaspoegimine oli ka 2017. aastal kõige madalam, mis näitab seda, et antud piimatootmisettevõtted tahavad teadlikult suurendada oma lehmade eluaja piimatoodangut. Kõige kauem ootasid lehmade tiinestumisega 2012. aastal suurusgrupi 51–100 lehma piimatootjad, kus esmaspoegimisvanus oli 895 päeva, ning 2017. aastal suurusgrupp <50 lehma, kus see oli 898 päeva. Kui vaadata 2017. aasta andmeid, siis kõige hilisem loomade tiinustumise aeg oli suurusgrupis <50 lehma. Magistritöö autori arvates esineb Eesti piimatootmisettevõtete karjades pigem hilisem esmaspoegimisvanus, kui oleks optimaalne. Piimatootmisettevõtted, v.a suurusgrupp >300 lehma, peaksid eluaja piimatoodangu suurendamiseks alandama esmaspoegimisvanust. Ettevõtetele on kasumlikumad need loomad, kes poegivad varem ja annavad kauem piima, kui need lehmad, kes poegivad hiljem.

Kõige madalam lehmade tootlik iga on 2012. aastal suurusgrupis >300 lehma, milleks on 1031 päeva (tabel 6). Sama tulemus on saadud ka 2017. aastal, mil näitaja on 1029 päeva. Suurtootjate grupi lehmade karjaspüsimine on jätkuvalt madalal tasemel võrreldes teiste suurusgruppidega. Mida efektiivsemad ettevõtted on, seda madalam on loomade tootlik iga. Madala tootliku ea põhjuseks on kindlasti intensiivne piimatootmine. Uba (2009) leiab, et lehmade tootlikku ea pikendamiseks tuleks esmalt pöörata tähelepanu sellele, et lehma saaks paaritada kõrge aretusväärtuse pulliga, sest mida suurem on pulli STAV väärtus (tootliku ea aretusväärtus), seda pikem on tema tütarde tootlik aeg.

Suurtes karjades võib madala tootliku ea põhjuseks olla asjaolu, et seal ei suudeta piisavalt kiiresti märgata ja reageerida haigustele ning seetõttu võib loom kergemini karjast välja minna, kuna ravi algab liiga hilja või loom jääb üldse ravita. Samuti on suuremates kõrge piimatoodanguga karjades sageli otsustamise küsimus, kas alustada looma raviga või loom prakeerida. Sageli on viimase otsuse taga korduvad haigestumised ja liiga kulukas ravi. Kõige paremad tootliku ea näitajad on suurusgrupis <50 lehma, kus 2012. aastal oli näitaja 1567 päeva ja 2017. aastal 1584 päeva. Antud tulemus peegeldab seda, et väiketootjad jõuavad kiiremini jälile loomade erinevatele haigustele, kuna ollakse loomadega rohkem kontaktis. Samuti kasvatatakse väiketootjate hulgas rohkem Eesti punast tõugu lehmaid, kelle tervis on tugevam kui holsteini tõugu piimalehmadel. Samuti ei koorma väiketootjad oma loomi liiga intensiivse lüpsiga, et saada võimalikult palju toodangut, ja sellest tulenevalt on

väiketootjate kari parema tervisega. Suurusgruppe 51–100 ja 101–300 lehma iseloomustab üldiselt lehmade madal tootlik iga. Kuue aasta jooksul on mõlemas suurusgrupis lehmade tootlik iga langenud. Karjaspüsivuse üks näitaja ehk loomade tootlik iga on püsinud pikka aega madal, kuid seda on võimalik muuta paremaks, ilma et piimatootjad peaks tegema selleks suuri kulusi. Jõudluskonrolli käsiraamatu (2018) andmetest selgub, et üheks parimaks võimalikuks viisiks on valida seemendamiseks pullid, kelle LTI (LTI ehk lehma taastootmise indeks) on loodud eesmärgiga väärtustada pulle, kelle kasutamine seemenduspullina suurendab elusalt sündinud vasikate arvu.

Lisaks analüüsib töö autor somaatiliste rakkude arvu seost ettevõtete efektiivsusega. Somaatiliste rakkude arv on üks olulisemaid piima kvaliteedi mõjutajatest ja kajastub kõikides kvaliteedinäitajates. Somaatiliste rakkude arvu abil saab kindlaks määrata, kas karja vaevab mastiit ehk udarapõletik. Mida madalam on somaatiliste rakkude arv piimas, seda kõrgemasse klassi piim kuulub ning seda rohkem tulu piimatootjad teenivad. Allolevas tabelis 7 on välja toodud suurusgrupiti piimatootmisettevõtete piima kvaliteedi näitajad aastatel 2012 ja 2017.

**Tabel 7.** Piimatootmisettevõtete piima kvaliteedi näitajad suurusgrupiti aastatel 2012 ja 2017 (Autori koostatud EPJ andmete põhjal)

Suurusgrupp	Somaatiliste rakkude arv ml-s		Valgusisaldus, %		Rasvasisaldus, %	
	2012	2017	2012	2017	2012	2017
<50	307 355	325 420	3.32	3.33	4.23	4.22
51–100	305 549	237 210	3.35	3.34	4.18	4.19
101–300	255 186	239 946	3.34	3.34	4.05	3.99
>300	272 510	251 274	3.39	3.39	4.02	3.97

Ülaltoodud tabeli 7 põhjal on näha, et suurusgruppi 101–300 ja >300 lehma kuuluvates piimatootmisettevõtetes oli somaatiliste rakkude arv 2012. aastal kõige madalam, vastavalt 255 186 ja 271 510 tuhat. Suurusgruppide 101–300 ja >300 piim kuulus eliitklassi. Ettevõtete jaoks tähendab see seda, et nende loomad on terved ning ei põe udarapõletikku ning piimast saadav tulu on kõrgem, mõjutab omakorda positiivselt ettevõtte kasumit.

Somaatiliste rakkude arvu vähenemist mõjutavad investeeringud uuematesse tehnoloogiatesse, mis on olnud võimalik just suurtootjate hulgas. Uuamad lüpsitehnoloogiad ja laudad, samuti parem allapanu, ventilatsioon, sisekliima. Suurusgruppide <50 ja 51–100

lehma piima kvaliteet kuulus 2012. aastal kõrgemasse klassi, kuna antud piimatootjate piima somaatiliste rakkude arv oli üle 300 000, mis omakorda vähendab ka valgusisalduse hulka piimas. Sellest saab järeldada, et antud ettevõtetele on piima kokkuostuhind madalam ning nad teenivad vähem tulu. Samuti saab väita antud näitajate põhjal, et nende piimatootjate karjades esineb ka rohkem udarapõletikke. Kui võrrelda andmeid 2017. aastaga, siis suurusgrupp 51–100 on suutnud kuue aasta jooksul parandada oma piima kvaliteeti ning piim kuulub nüüd eliitklassi. Kuna piima rasvasisaldus on samuti kokkuostuhinna üheks koostisosaks, peaksid antud näitajad olema piimatootjatel kõrgemad. 2012. aastal oli >300 suurusgrupi ettevõtetel piima rasvaprotsent 4,02%, kuid 2017. aastaks oli see vähenenud 3,97%-ni. Rasvasisalduse vähenemine tekib suuresti sellepärast, et antud suurusgrupi piimatoodang on aasta aastalt kasvanud ning suurema piimakusega lehma piima rasvasisaldus väheneb. Rasvasisaldust saab tõsta nagu ka valgusisaldust kvaliteetsete söötade kasutamisega.

## **2.4. FADN piimatootjate lüpsikarja tervise analüüs**

Käesoleva peatüki eesmärgiks on leida tootlikkuse, tehnilise efektiivsuse ja lüpsikarja tervise vahelised seosed. Tegurite vaheliste seoste ja nende tugevuste väljaselgitamiseks viiakse läbi regressioonanalüüs, mis näitab tootlikkuse, puhta tehnilise efektiivsuse ning lüpsikarja tervise vaheliste näitajate seoseid. Regressioonanalüüsis kasutatakse sõltumatu muutujana tootlikkust või efektiivsust ning sõltumatute muutujatena EPJ andmebaasi üksikandmeid lüpsikarja tervise kohta aastatel 2012 ja 2017.

Regressioonvõrrandi usaldatavust ja sõltumatu muutuja statistilist olulisust näitab regressioonanalüüsis P-väärtus (p-value). Kui P-väärtus on väiksem kui 0,05 on tegu statistiliselt olulise muutujaga. Samuti iseloomustab regressioonvõrrandi usaldusväärsust T-väärtus (*t-value*). Kui parameetri T absoluutväärtus on suurem kui 2, siis on saadud tulemused statistiliselt olulised ja usaldusväärsed. (Wheelan 2014:260, Kiviste 1999:73)

Töös on mitmed ühe sõltumatu muutujaga regressioonimudeleid 2012. ja 2017. aasta kohta. Tootlikkuse ja lüpsikarja tervise seoste hindamiseks kasutatakse Y-na 1) lehmade produktiivsuse ja 2) söödakulude tootlikkuse näitajat ning x-dena kasutatakse erinevaid

karja tervislikku seisundit iseloomustavaid näitajaid. Efektiivsuse ja lüpsikarja tervise seoste leidmisel kasutatakse sõltuva muutujana ehk arvutusliku Y-na puhta tehnilise efektiivsuse skoori ning x-dena kasutatakse erinevaid karja tervislikku seisundit iseloomustavaid näitajaid.

Sõltumatute muutujatena kasutatakse:

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1) x1= praakimismäär, (%)       | 5) x5= soomaatiliste rakkude arv, (tuh/ml-s) |
| 2) x2= piimatoodang, (kg)       | 6) x6= esmaspoegimisvanus, (päev)            |
| 3) x3= piima rasvasisaldus, (%) | 7) x7= tootlik iga, (päev)                   |
| 4) x4= piima valgusisaldus, (%) | 8) x8= väljamineku vanus, (päev)             |

Regressioonanalüüsi käigus analüüsiti erinevaid tegureid, selgitamaks välja muutujad, mis omavad kõige tugevamat seost piimalehmade produktiivsuse, söödakulude tootlikkuse, puhta tehnilise efektiivsuse ja lüpsikarja tervise vahel. Piimalehmade produktiivsuse ja lüpsikarja tervise vaheliste seoste hindamiseks koostati seitse mudelit (M1–M7). Regressioonid koostati mõlema vaatlusaluse aasta, nii 2012. kui ka 2017. aasta kohta, seega on piimalehmade produktiivsuse ja karja tervise hindamiseks koostatud 14 erinevat regressiooni.

**Tabel 8.** Lüpsikarja tervise ja piimalehmade produktiivsuse vahelised seosed aastatel 2012 ja 2017 (Autori koostatud FADN ja EPJ andmete põhjal)

Mudel	Sõltumatu muutuja mudelis	2012			2017		
		Regressioon-kordaja	T-stat	P-value	Regressioon-kordaja	T-stat	P-value
M1	Praakimismäär, %	21.0600	1.3721	0.1745	36.8117	1.6435	0.1048
M2	Piima rasvasisaldus, %	-2887.0003	-5.8534	0.0000*	-3391.8264	-5.3172	0.0000*
M3	Piima valgusisaldus, %	1869.3612	1.0667	0.2898	2893.7185	1.2276	0.2238
M4	Somaatilised rakud, tuh/ml-s	-2.9377	-2.1528	0.0348*	-3.0568	-1.9335	0.0573
M5	Esmaspoegimisvanus, päeva	-0.9966	-0.8627	0.3913	-9.8465	-2.2654	0.0266*
M6	Tootlik iga, päeva	-0.4546	-1.3593	0.1785	-1.9826	-1.9826	-1.9826
M7	Väljamineku vanus, päeva	-0.9840	-3.2099	0.0020*	-2.1358	-5.4108	0.0000*

\* Statistiliselt oluline näitaja

2012. aastal oli lehmade produktiivsus tugevas negatiivses seoses piimarasva sisaldusega (M1). Mida rohkem toodangut lehmad annavad, seda vähemaks jääb piima rasvasisaldus. Kuna piima rasvasisaldus on oluline piima kvaliteedi näitaja, siis selle tõstmiseks suuretoodanguliste lehmade puhul tuleks kasutada suurema energiasisaldusega söötasid. Lisaks avaldas produktiivsusele negatiivset mõju somaatiliste rakkude arv piimas (M4). Ehk mida väiksem on somaatiliste rakkude arv piimas, seda kvaliteetsem on toodang ning seda suuremat hinda piimatootjatele kokkuostus makstakse ning sellest saab ka järeldada, et loomi ei vaeva udarapõletik. Kõrgemast somaatiliste rakkude arvust võib järeldada, et piimatootmisettevõtetes on probleeme hügieeni ja lüpsivõtetega. Mastiidi ennetamine on oluline tegur efektiivsuse parandamiseks ning ravikulude vähendamiseks. Lisaks mõjutas lehmade produktiivsust negatiivselt karjast väljamineku vanus (M7). Kaasaegsetes karjades on lehmade eluiga keskmiselt vaid 4–5 aastat ehk 1460–1825 päeva, mis tuleneb suuresti loomade haigestumisest. Loomade haigestumisega suurenevad veterinaarkulud ja kui lehmi praagitakse suhteliselt palju karjast välja, siis suurenevad karja taastootmise kulud. Samuti annavad haigestunud lehmad vähem piimatoodangut, mille kvaliteet on madalam ning sageli on see müügilõbmatu, kas somaatiliste rakkude kõrge arvu tõttu või ravimijääkide tõttu. Sellest tulenevalt saavad ettevõtted vähem müügitulu. Kui võrrelda 2012. aasta regressiooni tulemusi 2017. aastaga, siis kõik muutujad mõjutasid lehmade produktiivsust täpselt samamoodi, kuid lisandus negatiivne seos esmaspoegimisvanusega (M5). Kui esmaspoegimisvanus on liiga kõrge, siis suureneb vajadus asendusloomade järele, mistõttu suurenevad ettevõtetele ka asendusloomade ülalpidamiskulud ning need vähendavad piimatootmise tootlikkust ja efektiivsust. Samuti on piimatootmisettevõtetes tähtis piimakarja karjaspüsivus.

Aastal 2012 oli söödakulude tootlikkuse ja piimatoodangu (tabel 9) vahel tugev positiivne seos (M9). Söödakulud moodustavad märkimisväärse osa piimatootmisettevõtete kuludest. Söödakulud koosnevad nii omatoodetud söötadest kui ka ostusöödast. Kuna piimalehmade piimakus sõltub suuresti nende tasakaalustatud söötmisest, siis sellest sõltub ka millisel määral ja millises koguses lehmi toidetakse. Selleks, et saavutada kõrgem piimatoodang tuleks lehmadele anda energiarikast sööta. Somaatiliste rakkude ja söödakulude tootlikkuse vahel esines tugev negatiivne seos (M12). Kui somaatiliste rakkude arv suureneb, siis söödakulude tootlikkus väheneb. See on tingitud sellest, et haiged lehmad, kellel on mastiit, ei suuda sööta nii hästi väärindada kui terved loomad. Haiged loomi ei ole majanduslikus mõttes mõtet sööta, sest sööta küll kulub, kuid müügitoodangut ei tule.

**Tabel 9.** Regressioonanalüüs söödakulude tootlikkuse ja lüpsikarja tervise vahel aastatel 2012 ja 2017 (Autori koostatud FADN ja EPJ andmete põhjal)

Mudel	Sõltumatu muutuja mudelis	2012			2017		
		Regressioon-kordaja	T-stat	P-value	Regressioon-kordaja	T-stat	P-value
M8	Praakimismäär, %	0.0022	0.3213	0.7490	-0.0088	-1.1392	0.2585
M9	Piimatoodang, kg	0.0001	2.0787	0.0414*	0.0002	4.5993	0.0000*
M10	Piima rasvasisaldus, %	0.1203	0.4559	0.6499	-0.4341	-1.7056	0.0926
M11	Piima valgusisaldus, %	0.2353	0.3043	0.7618	0.3831	0.4695	0.6402
M12	Somaatilised rakud, tuh/ml-s	-0.0012	-1.9561	0.0545*	-0.0009	-1.9335	0.0573*
M13	Esmaspoegimisvanus, päeva	-0.0001	-0.2025	0.8401	-0.0027	-4.3526	0.0000*
M14	Tootlik iga, päeva	0.0000	0.0839	0.9334	-0.0004	-2.3919	0.0195*
M15	Väljamineku vanus, päeva	-0.0001	-0.5369	0.5931	-0.0004	-2.6423	0.0102*

\* Statistiliselt oluline näitaja

2017. aastal oli samuti väga tugev positiivne seos söödakulude ja piimatoodangu vahel. 2017. aastal oli tugev negatiivne seos esmaspoegimisvanuse ja söödakulude tootlikkuse vahel (M13) seetõttu, et mida varem loomad poegivad, seda rutem hakkavad nad toodangut andma ning ettevõtted saavad rohkem tulu, kuna poeginud lehmad annavad teistest enam piima. Kui esmaspoegimisvanus suureneb, siis söödakulude tootlikkus väheneb. Iga kulutatud euro söödale peaks olema nii hästi kasutatud, et tootlikkus oleks maksimaalne. Seda on võimalik saavutada läbi selle, et loomi tiinestatakse varem, lehm hakkab varem lüpsma ning kulutused söödale tasuvad ennast paremini ära. Lisaks on negatiivne seos tootliku ea ja väljamineku vanusega (M14 ja M15). Tootlik iga ja väljamineku vanus on söödakulude tootlikkusega negatiivses seoses, kuna need ettevõtted, kus on madalam piimatoodang ja loomad kauem karjas, ei tooda lehmad ka nii palju piima. Need on ebaefektiivsed tootjad, kes ei ole justkui kasumile ja suuremale toodangule orienteeritud.

Antud analüüsis (tabel 10) võttis magistritöö autor aluseks puhta tehnilise efektiivsuse skoorid, kus Y-ina kasutati kõikide üksikute piimatootmisettevõtete (71 piimatootmisettevõtet) efektiivsuse skooore. 2012. aastal oli efektiivsus tugevas positiivses seoses praakimismääraga (M16) ehk mida kõrgem on karjast väljamineku protsent, seda negatiivsemalt mõjutab see ettevõtete majandustulemusi. Piimatootmisettevõtetel kaasnevad sellega suured karja taastootmise kulutused. Samuti oli tugev positiivne seos piimatoodangu ja efektiivsuse vahel (M17). Mida rohkem lehmad toodangut annavad, seda rohkem tulu ettevõtted teenivad ja seda efektiivsemad nad on. Somaatiliste rakkude arvu ja tehnilise efektiivsuse vaheline seos on samuti tugev (M20). Samale tulemusele jõudsid ka



Allendorf ja Wetteman (2015), kus tehnilise efektiivsusega oli positiivses korrelatsioonis somaatiliste rakkude arv. Ehk siis mida väiksem on somaatiliste rakkude arv piimas, seda kvaliteetsem on toodang ning seda suuremat hinda piimatootjatele kokkuostus makstakse ning sellest saab ka järeldada, et loomi ei vaeva udarapõletik. Kõrgemast somaatiliste rakkude arvust võib järeldada, et piimatootmisettevõtetes on probleeme hügieeni ja lüpsivõtetega. Mastiidi ennetamine on oluline tegur efektiivsuse parandamiseks ning ravikulude vähendamiseks.

**Tabel 10.** Regressioonanalüüsi tulemused puhtale tehnilisele efektiivsusele (VRS) aastatel 2012 ja 2017 (Autori koostatud FADN ja EPJ andmete põhjal)

Mudel	Sõltumatu muutuja mudelis	2012			2017		
		Regressioon-kordaja	T-stat	P-value	Regressioon-kordaja	T-stat	P-value
M16	Praakimismäär, %	0.0030	2.0004	0.0494*	0.0031	1.8042	0.0756*
M17	Piimatoodang, kg	0.0000	3.4329	0.0010*	0.0000	4.0800	0.0001*
M18	Piima rasvasisaldus, %	-0.0488	-0.8164	0.4171	-0.0801	-1.4116	0.1626
M19	Piima valgusisaldus, %	0.0239	0.1358	0.8924	-0.1713	-0.9521	0.3443
M20	Somaatilised rakud, tuh/ml-s	-0.0004	-2.8352	0.0060*	-0.0003	-3.2093	0.0020*
M21	Esmaspoegimisvanus, päeva	-0.0003	-2.6931	0.0089*	-0.0007	-5.3982	0.0000*
M22	Tootlik iga, päeva	0.0000	-0.3651	0.7162	0.0000	-1.2734	0.2072
M23	Väljamineku vanus, päeva	0.0000	-0.7688	0.4446	-0.0001	-2.2146	0.0301*

\* Statistiliselt oluline näitaja

Esmaspoegimisvanusel on oluline mõju ettevõtete efektiivsusele (M21), sest kui lühendada esmaspoegimisvanust, pikeneb ka loomade tootlik iga, mis omakorda suurendab lehma eluaja piimatoodangut kõikides suurtes piimatootmisettevõtetes. Mida kauem lehm karjas püsib, seda tõhusam on see ettevõtte majandustulemustele. Need lehmad, kes poegivad varem ja lüpsavad kauem, seda suuremaks kujuneb lehma eluaja piimatoodang. Kui võrrelda regressioonanalüüsi andmeid 2012. aasta andmetega, siis on näha, et 2017. aastal jäid kõik puhast tehnilist efektiivsust mõjutanud muutujad samaks, kuid lisandus loomade väljamineku vanus (M23). Regressioonist tuleb välja, et kui väljamineku vanus suureneb, siis efektiivsus väheneb. Selle põhjuseks on väiksed piimatootjad, kes ei ole efektiivsed, aga kelle loomad on pikka aega karjas.

Võttes regressioonimudelisse sõltuvaks muutujaks tehnilise efektiivsuse (VRS) ja sõltumatute muutujatena kõik eespool mainitud x-d, selgus, et 2012. aastal olid ainult kaks

tegurit statistiliselt olulised ning 2017. aastal oli ainult üks tegur statistiliselt oluline (lisa 4). 2012. aastal olid statistiliselt olulised piimatoodang ja väljamineku vanus ja 2017. aastal esmaspoegimisvanus.

Regressioonianalüüsi tulemusena selgitati välja põhilised tegurid, millel on seos piimatootmisettevõtete lehmade produktiivsusele, söödakulude tootlikkusele ja tehnilisele efektiivsusele. 2012. aastal oli lehmade produktiivsus omavahelises seoses piima rasvasisalduse, somaatiliste rakkude arvu ja väljamineku vanusega. 2017. aastal lisandus antud näitajatele seos esmaspoegimisvanusega. Söödakulude tootlikkusel oli omavaheline seos 2012. aastal piimatoodangu ja somaatiliste rakkude arvuga. 2017. aastal olid seosed somaatiliste rakkude arvu, esmaspoegimisvanuse, tootliku ea ja väljamineku vanusega. Tehnilisele efektiivsusele olid statistiliselt olulised muutujad 2012. aastal praakimismäär, piimatoodang, somaatiliste rakkude arv ja esmaspoegimisvanus, 2017. aastal lisandus nendele muutujatele ka väljamineku vanus. Teised muutujad ei omanud statistilist olulisust efektiivsusele.

## KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärk oli välja selgitada Eesti piimatootmisettevõtete tehniline efektiivsus ja tootlikkus aastatel 2012–2017 ning leida seoseid efektiivsuse, tootlikkuse ja piimakarja tervise vahel *FADN* ja *EPJ* andmebaasi alusel. Analüüsiti 71 ettevõtet, kes kuulusid kogu vaadeldud perioodi vältel piimatootmise tootmistüüpi ja kelle kohta olid kogu perioodi ulatuses andmed olemas. Ettevõtted jagati suurusgruppide alusel: <50 lehma, 51–100 lehma, 101–300 lehma ja >300 lehma. Suurusgruppidesse jagamisel võttis töö autor aluseks lehmade keskmise arvu aastate lõikes.

Magistritöös leiti suurusgruppide lõikes piimatootmisettevõtete lehmade produktiivsus, maa-, söödakulude- ja vahetarbimiskulude tootlikkus. Analüüsimeetodina kasutati väljundile orienteeritud *DEA* analüüsi, millega leiti suurusgruppide lõikes piimatootjate efektiivsuskoorid. Efektiivsuse ja piimakarja tervise näitajate vahelisi seoseid analüüsiti regressioonianalüüsiga.

Tootlikkuse analüüsist ilmnas, et lehmade piimakus on vaadeldud perioodi 2012–2017 vältel kasvanud. Kõige enam piimatoodangut annavad lehmad, kes kuuluvad suurtootjate suurusgruppi (>300 lehma), kelle keskmine piimatoodang ületab 2017. aasta seisuga 10 000 kg piiri. Kõige madalama piimatoodanguga on need karjad, kus lehmade arv on kuni 50 pead, nende keskmine piimatoodang on vaadeldava perioodi 2012–2017 vältel keskmiselt 6784 kg. Kõige stabiilsema piimatoodanguga farmid kuuluvad suurusgruppidesse 51–100 lehma ja 101–300 lehma. Nende kahe suurusgrupi lehmade produktiivsus on vaadeldud perioodi 2012–2017 vältel püsinud vastavalt 7441 kg ja 7857 kg lehma kohta. Kõige kõrgem maa tootlikkus on ettevõtetel, kus on >300 lehma. 2017. aastal teeniti ühe hektari pealt 3144 eurot müügitulu, mis on 186% rohkem kui 2012. aastal. Kõige madalama maa tootlikkusega on ettevõtted, kus on <50 lehma. Kuue aasta jooksul on väiketootjatel maa tootlikkus suurenenud 7% võrra. Keskmise suurusega ettevõtetel (51–100 ja 101–300) on maa tootlikkus kuue aasta jooksul kasvanud 42% võrra. Söödakulude tootlikkuse leidmisel kasutati sisendina nii omatoodetud ja ostetud söötasid eurodes ning väljundina kogu müügitulu eurodes. Kõige rohkem müügitulu ühe kulutatud söödakulu euro kohta teenisid

ettevõtted, kes asusid suurtootjate grupis, kus on >300 piimalehma. Selles grupis teeniti ühe kulutatud söödakulu euro kohta 2017. aastal 2,43 eurot müügitulu. Sarnase tulemuse saavutasid ka need ettevõtted, kes kuulusid karja suurusgruppi 51–100 lehma. See tulenes sellest, et antud grupp kasutas rohkem omatoodetud söötasid, ning hoidis ostetud söötade arvelt kulusid kokku. Kõige vähem müügitulu teeniti ühe kulutatud söödakulu euro kohta 2015. aastal suurusgrupis <50 lehma, milleks oli 1,47 eurot. Vahetarbimiskulude tootlikkuse hindamisel kasutati sisendina vahetarbimiskulusid, mis koosnevad eri- ja üldkuludest ning väljundina kogu müügitulu. Kõige kõrgema vahetarbimiskulude tootlikkusega piimatootmisettevõtted kuuluvad suurusgruppi >300. Kõige madalama tootlikkusega suurusgrupp on <50 lehma, kus tootlikkusnäitaja on terve vaadeldud perioodi jooksul väga madal olnud.

Lisaks tootlikkusnäitajatele leiti suurusgruppide lõikes piimatootmisettevõtete efektiivsusskoorid. Tehniliselt kõige efektiivsemad piimatootmisettevõtted on need, kus on rohkem kui 300 pead ja tehniliselt kõige ebaefektiivsemad piimatootmisettevõtted on need, kus on vähem kui 50 lehma. Keskmise tehnilise efektiivsuse väärtus jäi vahemikku 0,62–0,94, mis näitab seda, et tehnilise efektiivsuse saavutamiseks peaksid ettevõtted saavutama samad müügitulud keskmiselt 6–38,0% väiksema sisendite hulgaga. Tuginedes tootlikkuse analüüsile ning võrreldes neid tulemusi tehnilise efektiivsusega (*CRS*), saab järeldada, et mida kõrgem oli ettevõtte tootlikkus, seda suurem oli ka tehniline efektiivsus. Puhta tehnilise efektiivsuse (*VRS*) alusel olid suurusgruppidest kõige efektiivsemad >300 piimalehmaga ettevõtted, neil oli kõige kõrgem puhas tehniline efektiivsus. Kõige ebaefektiivsemad ettevõtted kuuluvad suurusgruppi 51–100 lehma. Väiketootjad ja keskmise suurusega piimatootmisettevõtted (<50 ja 51–100 lehma) olid madalama efektiivsusega kui suurtootjad, aga kõrgema efektiivsusega kui tootjad, kellel on 51–100 lehma. Kõige kõrgema mastaabiefektiga on enam kui 300 piimalehmaga ettevõtted. Aastatel 2012–2017 oli piimatootmisettevõtete keskmine mastaabiefekt 0,83–0,99, mis on kõrgem kui keskmine tehniline efektiivsus. Ettevõtteid, kes suutsid saavutada optimaalse ressursside kasutamise igal aastal oli kokku 4. Üks piimatootmisettevõte oli suurusgrupis 101–300 lehma ning 3 ettevõtet kuulusid suurusgruppi >300 lehma.

Regressioonianalüüsiga hinnati erinevate sõltumatute muutujate ehk piimakarja tervist iseloomustavate näitajate seosid tootlikkusele ja puhtale tehnilisele efektiivsusele (*VRS*). Sõltumatuteks muutjateks olid nii tootlikkuse kui ka efektiivsuse analüüsis järgmised

sõltumatud muutujad: x1- praakimismäär, (%) x2- piimatoodang, (kg), x3- piima rasvasisaldus, (%), x4- piima valgusisaldus, (%), x5- soomaatiliste rakkude arv, (tuh/ml-s), x6- esmaspoegimisvanus, (päev), x7- tootlik iga, (päev), x8- väljamineku vanus, (päev). Regressioonanalüüsi tulemusena selgitati välja põhilised tegurid, millel on seos piimatootmisettevõtete lehmade produktiivsusele, söödakulude tootlikkusele ja puhtale tehnilisele efektiivsusele. 2012. aastal oli lehmade produktiivsus omavahelises seoses piima rasvasisalduse, soomaatiliste rakkude arvu ja väljamineku vanusega. 2017. aastal lisandus antud näitajatele seos esmaspoegimisvanusega. Söödakulude tootlikkusel oli omavaheline seos 2012. aastal piimatoodangu ja soomaatiliste rakkude arvuga. 2017. aastal olid seosed soomaatiliste rakkude arvu, esmaspoegimisvanuse, tootliku ea ja väljamineku vanusega. Tehnilisele efektiivsusele olid statistiliselt olulised muutujad 2012. aastal praakimismäär, piimatoodang, soomaatiliste rakkude arv ja esmaspoegimisvanus, 2017. aastal lisandus nendele muutujatele ka väljamineku vanus. Teised muutujad ei omanud statistilist olulisust efektiivsusele.

Magistritöö tulemused näitavad, et suurtootjad, kelle piimakarjas on >300 lehma on teistest suurusgruppidest tootlikumad ja efektiivsemad. Suurusgrupp <50 lehma oli küll kõige vähem tootlikum, kui teised piimatootmisettevõtted, kuid efektiivsusnäitajate poolest ei saa sama öelda, kuna selgus, et kõige madalamate efektiivsusnäitajatega oli suurusgrupp 51–100 lehma.

Käesolev magistritöö annab informatsiooni erinevatest muutujatest, millel on seos piimatootmisettevõtete tootlikkusele ja efektiivsusele.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Allendorf, J. W., Wettemann, P. J. C.** (2015). Does animal welfare influence dairy farm efficiency? A two-stage approach. – J.Dairy Sci, Sine loco, pp. 7730-7740.
2. **Alver, J., Alver, L.** (2011). Majandusarvestus ja rahandus. Leksikon II osa MY. Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda. 580 lk.
3. **Ball, P.J.H., Peters, A.R.** (2004). Reproduction in cattle. 3rd edition. Oxford: Blackwell Publishing Ltd. 242 pp.
4. **Barnes, A.P.** (2006). Does multi-functionality affect technical efficiency? A non-parametric analysis of the Scottish dairy industry. - Journal of Environmental Management, Vol. 80, Issue 4, pp 287-294. [on-line] Web of Sciencedirect <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479705003142> (22.01.2019).
5. **Berg, S.** (2010). "Water Utility Benchmarking: Measurement, Methodology, and Performance Incentives." International Water Association. 271pp [on-line] (31.01.2019)
6. **Bhagavath, V.** Technical Efficiency Measurement by Data Envelopment Analysis: An Application in Transportation. Alliance Journal of Business Research. [on-line] <http://www.ajbr.org/Archives/Technical%20Efficiency%20Measurement%20by%20Data%20Envelopment%20Analysis%20%20An%20Application%20in%20Transportation.pdf> (26.01.2019)
7. **Coelli, T.J., Prasada Rao, D.S., O'Donnell, C.J., Battese, G.E.** (2005). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Second Edition. New York: Springer. pp 349
8. **Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, K.** (2007). Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA- Solver Software. New York: Springer. pp 489
9. **Dechow, C.D., Goodling, R.C.** (2008). Mortality, culling by sixty days in milk, and production profiles in high- and low-survival Pennsylvania herds. – J Dairy Sci. 91: 4630–4639
10. **Edriss, M.A., Nilforooshan, M.A.** (2004). Effect of Age at First Calving on Some Productive and Longevity Traits in Iranian Holsteins of the Isfahan Province. – J. Dairy Sci, 2130-2135 p. (05.05.2019)
11. Eesti jõudluskontrolli aastaraamat 2017. (2018). – Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll. [https://www.jkkeskus.ee/assets/tekstid/aastaraamatud/aastaraamat\\_2016.pdf](https://www.jkkeskus.ee/assets/tekstid/aastaraamatud/aastaraamat_2016.pdf) (19.01.2019)
12. **Fetrow, J., Nordlund, K.V., Norman, H.D.** (2006). Invited review: Culling: Nomenclature, definitions, and recommendations. J. Dairy Sci., 89:1896–1905

13. **Fostering Productivity and Competitiveness in Agriculture.** (2011). OECD, pp 106.
14. **Gaworski, M., Leola, A., Priekulis, J.** (2013). Comparative analysis on effectiveness of AMS use on an example of three European countries- *Agronomy Research* 11 (1), pp 231–238
15. **Gelan, A., Muriithi, B.** (2010) *Measuring and Explaining Technical Efficiency of Dairy Farms: A Case Study of Smallholder Farms in East Africa.* - International Livestock Research Institute, 27 p
16. **Hannula, M.** (1999) *Expedient Total Productivity Measurement.* Espoo: Finnish Academy of Technology. 179 p.
17. **Haskell, M., J., Rennie, L.J., Bowell, V.A., Bell, M.J., Lawrence, A.B.** (2006). Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows.– *Journal of Dairy Science*, pp 4259-4266. [on-line]. Web of Science (14.02.2019).
18. **Hulsen, J.** (2010). *Lehma signaalid. Piimakarjakasvatuse praktiline käsiraamat.* 96 lk.
19. **Hulsen, J.** (2011). *Sõra signaalid. Sõratervise edutegurid.* Zutphen: Roodbont Publishers B.V. 60 lk.
20. **Jaakma, Ü.** (2006). *Eesti vabariigi teaduspreemiad.* Tallinn: Teaduste Akadeemia Kirjastus. 251 lk.
21. **Kalle, E.** (1997). *Tootlikkuse juhtimine ettevõttes.* Tallinn: Külim. 96 lk.
22. **Kalle, E.** (2007). *Tootlikkuse kasvu juhtimine ettevõttes.* Tallinn: Külim. 120 lk.
23. **Kalmus, K., Pirkkalainen, H.** (2017). *Sõratervishoid.* Eesti Maaülikool,
24. **Karm, T.** (2002). *Majanduse abc. III trükk.* Tartu: Avatar OÜ. 396 lk.
25. **Kearney, F.** (2007). Improving dairy herd fertility through genetic selection. *Irish Veterinary Journal*, 60 (6), pp 377-381.
26. **Kelly, E., Shalloo, L., Geary, U., Kinsella, A., Wallace, M.** (2012). Application of data envelopment analysis to measure technical efficiency on a sample of Irish dairy farms. - *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, pp 63–77
27. **Kiviste, A.** (1999). *Matemaatiline statistika MS Excel keskkonnas.* Tallinn: GT Tarkvara OÜ, 86 lk
28. Konkurentsiolekorra analüüside metoodika uuring. Kokkuvõte. (2009). [https://www.riigikantselei.ee/sites/default/files/content-editors/TOF/TOF\\_strat\\_arendusprojektid/23\\_konkurentsiolekorra\\_analyside\\_metoodika\\_uuring\\_kv.pdf](https://www.riigikantselei.ee/sites/default/files/content-editors/TOF/TOF_strat_arendusprojektid/23_konkurentsiolekorra_analyside_metoodika_uuring_kv.pdf) (15.01.2019)
29. **Kärt O., Samarütel J., Ariko T., Ilves-Luht, A.** (2015) *Lehmade söötmise korraldamine erinevate tehnoloogiliste lahendustega robotlüksifarmides.*
30. **Leal, J.** (2012). 2x Compared to 3x Milking Frequency in a California Dairy Herd. – *California Polytechnic State University*, pp 32  
<http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1055&context=dscisp>  
(02.02.2019)

31. **Valdmann, A.** (2010) Lüpsilehmade sigimishäirete diagnostika ja sigivuse parandamise meetodid, 34 lk.
32. **Lema, N.M. (1996).** Construction labour productivity analysis and benchmarking: the case of Tanzania. Loughbrough University Institutional Repository, pp 430.
33. **Lovell, C.K.** (2003), The Decomposition of Malquist Productivity Indexes.- Journal of Productivity Analysis. Vol. 20. No 3, pp 438-458 . (14.02.2019)
34. Maaeluministeeriumi aastaraamat 2015. Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Amet. 36 lk.
35. Mahepõllumajanduslik piimakarjakasvatus. (2016). – Maaeluministeerium. <https://www.agri.ee/sites/default/files/content/valjaanded/2016/valjaanne-2016-mahe-piimakarjakasvatus.pdf> (02.02.2019)
36. **Mereste, U.** (2003) Majandusleksikon I köide. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus. 644 lk.
37. **Mereste, U.** (2003) Majandusleksikon II köide. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus. 605 lk.
38. **Michaličková, M., Zuzana Krupová, Z., Krupa, M.** (2013) Technical efficiency and its determinants in dairy cattle. - Institute for Animal Breeding and Product Quality, 11 p
39. **Nossal, K., Sheng, Y.** (2010). Productivity growth: Trends, drivers and opportunities for broadacre and dairy industries. Australian Commodities: Forecasts and Issues, Vol. 17, Issue 1, pp 216-230.  
[http://www.daff.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/1894100/a2\\_10.pdf](http://www.daff.gov.au/__data/assets/pdf_file/0005/1894100/a2_10.pdf) (14.01.2019).
40. **Oltenacu, P. A., Broom, D. M.** (2010). The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare*, 19, 39-49.
41. **Parham, D.** (2014) Definition, importance and determinants of productivity. [WWW] [http://economics.adelaide.edu.au/downloads/services-workshop/Parham-Pt 1Productivity.pdf](http://economics.adelaide.edu.au/downloads/services-workshop/Parham-Pt%201Productivity.pdf) (28.01.2019)
42. **Perez, J.A., Roibas, D., Wall, A.** (2016) Animal health indicators and technical efficiency in milk production: A stochastic frontier analysis for Spanish dairy farms. University of Oviedo, 13 p.
43. Piimafoorum 2016. Ületootmine kui ekspordi taimeala. (2017) – Maaeluministeerium [http://epkk.ee/wp-content/uploads/2016/11/Piimafoorum\\_2016\\_FINAL\\_LOW\\_kaantega.pdf](http://epkk.ee/wp-content/uploads/2016/11/Piimafoorum_2016_FINAL_LOW_kaantega.pdf) (18.04.2019)
44. Piimaveiste jõudluskontrolli käsiraamat. (2018) – Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll. [https://www.epj.ee/assets/tekstid/Piimaveiste\\_jk\\_kasiraamat\\_mai2018.pdf](https://www.epj.ee/assets/tekstid/Piimaveiste_jk_kasiraamat_mai2018.pdf) (28.04.2019)
45. **Pinedo, P.J., De Vries, A., Webb, D.W.** (2010). Dynamics of culling risk with disposal codes reported by Dairy Herd Improvement dairy herds. – *J Dairy Sci.* 93:2250–2261
46. PM18: Piima kokkuost (kuud) Eesti Statistika Andmebaas: <http://pub.stat.ee/> (13.03.2019)
47. **Poikalainen, V.** (2006). Piima tootmine. Tartu: Greif. 448 lk.



48. Põllumajandustootjate majandusnäitajad. FADN Farm Return. (2017). M.Aamisepp., A. Varendi., A. Järvis., E Matveev. Järeda: Maamajanduse Infokeskus.  
<https://maainfo.ee/data/trykis/aastaraamat/FADN2017.pdf> (05.04.2019)
49. **Reidla, K.** (2002) Lehma udara kirurgilised ja nahahaigused. Tartu: Tartumaa. Trükikoda. 63 lk.
50. **Ruud, L.E., Bøe, K.E., Østerås, O.** (2010). Associations of soft flooring materials in free stalls with milk yield, clinical mastitis, teat lesions, and removal of dairy cows. Journal of Dairy Science, pp 1578-1586. [on-line]. Web of Science (28.01.2019).
51. **Saveli, O.** (2010). 125 aastat tõuraamatute pidamist Eestis. Tartu: Paar OÜ. 68 lk.
52. **Saveli, O., Vares, T.** (1996). Piimaveiste tõuaretus ja jõudluskontroll. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastuse trükikoda. 59 lk.
53. Sigimisprobleemid II. (2008) Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll.  
<https://www.epj.ee/jkk/piimaveised/piimaveiste-j%C3%B5udluskontrolli-kasulik-teave/sigimisprobleemid-ii-juuni-2008.html> (01.03.2019)
54. **Stokes, J.R., Tozer, P.R., Hyde, J.** (2007) Identifying Efficient Dairy Producers Using Data Envelopment Analysis. Journal of Dairy Science. Vol. 90, pp. 2555-2562
55. **Sumanth, D. J.** (1997). Total Productivity Management: A Systemic and Quantitative Approach to Compete in Quality, Price and Time. Florida: CRC Press. [on-line] Google Books
56. Terve loom ja tervislik toit. (2018). EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, tõuaretuse ja biotehnoloogia õppetool.  
[http://www.eau.ee/~alo/artiklid/2018\\_tanavots\\_praakimine.pdf](http://www.eau.ee/~alo/artiklid/2018_tanavots_praakimine.pdf) (20.03.2019)
57. Toorpiima kvaliteediklasside nõuded, toorpiima koostisosade ja kvaliteedi määramise meetodid ja kord ning toorpiima koostisosade ja kvaliteedi näitajate analüüsimiseks volitatud laboratooriumile esitatavad nõuded. (vastu võetud 30.07.2008). – *Riigi Teataja*  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/13010781> (13.04.2019)
58. **Uba, M.** (2009). Täiendav informatsioon pullide valimisel: sigivuse ja tootliku ea aretusväärtused. Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll – Jõudluskontrolli Keskuse Infoleht nr 20. [https://www.epj.ee/assets/tekstid/piimaveised/pv\\_sonumid2009.pdf](https://www.epj.ee/assets/tekstid/piimaveised/pv_sonumid2009.pdf) (04.04.2019)
59. **Veinla, V.** (1993). Masinalüps I. Lüpsiaparaadid. Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium. Õppe-Metoodikakabinet. Tallinn: As Infotrükk. 84 lk.
60. **Wheelan, C.** (2014). Alasti statistika. Koorime andmetelt hirmutava kesta. AS Äripäev, 325 lk
61. **Witzel, M.** (2004). Efektiivsuse ajalugu. – Director. Aprill. [e-ajakiri]  
<http://www.director.ee/efektiivsuse-ajalugu/> (22.02.2019)

**LISAD**

### **Lisa 1. Suurusgruppide investeeringud aastatel 2012-2015 lehma kohta**

	<b>Aasta</b>			
<b>Suurusgrupp</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<50	538.07	944.30	498.891	333.22
51-100	1707.65	2136.46	1295.69	536.34
101-300	1621.35	1507.62	428.351	117.36
>300	1132.31	1403.95	1290.42	460.92

**Lisa 2. Optimaalse ressursikasutusega ehk SE=1-ga ettevõtete arv aastate lõikes 2012-2017**

<b>Suurusgrupp</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Kokku perioodil SE=1</b>
<50	1	4	2	0	1	0	0
51-100	1	2	3	1	1	1	0
101-300	2	5	5	3	2	2	1
>300	5	5	6	8	6	7	3

**Lisa 3. Puhta tehnilise efektiivsuse (VRS) skoorid aastate lõikes 2012-2017  
piimatootmisettevõtete kaupa**

Ettevõte	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	0.9580	0.8521	0.8315	0.8020	0.8388	0.9276
2	0.7450	0.6747	0.6086	0.6816	0.8854	0.7467
3	0.5683	0.5478	0.6060	0.7130	0.6759	0.8187
4	0.9406	0.9374	0.8757	0.9526	0.8563	0.9822
5	0.9172	0.9398	0.8068	0.9397	0.7665	0.7077
6	0.8481	0.9197	0.9427	0.9584	0.8949	0.7296
7	0.8734	0.8745	0.8610	0.9213	0.7564	0.7599
8	0.9230	0.8374	1	0.7140	0.9237	1
9	0.6759	0.5782	0.9884	0.7058	0.5995	0.5249
10	0.9710	1	1	1	0.8621	0.9058
11	1	1	1	1	0.9708	0.9562
12	0.4349	0.4287	0.4319	0.6692	0.8338	0.7879
13	0.8158	0.7986	0.7261	0.8731	0.7741	0.7073
14	0.9105	1	1	1	0.8161	0.7602
15	0.8400	0.8159	0.8071	0.9482	0.7782	0.7660
16	0.8273	0.8244	0.8560	0.7161	0.7249	0.7425
17	0.9986	0.9627	0.9807	0.9988	0.9927	0.9254
18	1	0.8043	0.9030	0.9214	0.8198	0.7672
19	0.9210	0.9065	1	0.9039	0.8819	1
20	1	1	1	1	0.9952	1
21	0.9752	0.7355	0.9890	1	0.7244	0.7986
22	0.7005	0.6902	0.9787	1	1	1
23	1	1	1	0.9713	0.8825	1
24	1	1	1	1	1	0.8899
25	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	0.6699	0.9308
27	1	1	1	1	1	1
28	0.9612	0.9570	0.8543	0.8459	0.9127	0.8561
29	1	1	0.7885	0.8751	0.8039	0.6333
30	0.5748	0.6566	0.8016	0.6491	0.9523	0.7712
31	0.9404	0.8610	0.7867	0.8540	0.8042	0.7660
32	0.8564	0.8647	0.9125	0.7851	0.6850	0.5841
33	0.7592	0.8508	0.7214	0.8617	0.9367	0.6864
34	1	1	1	1	1	1.0000
35	1.0000	0.8550	0.7226	0.9739	0.9389	0.8674
36	0.8316	0.8722	0.8332	0.9211	0.9247	1
37	1	1	1	1	1	1
38	0.9560	0.9096	0.9174	0.9137	0.7564	0.7979
39	0.6948	0.7796	0.6542	0.7677	0.7944	0.6864
40	1	1	1	1	1	1
41	0.9311	1	1	1	1	1

42	0.7895	0.8109	0.6516	0.8126	0.8464	0.7162
43	0.7760	0.9668	0.8297	0.8942	0.9666	0.6469
44	0.6653	0.6219	0.5216	0.7408	0.6620	0.6499
45	0.9500	1	0.9781	1.0000	0.9412	0.9295
46	0.6493	0.7779	0.8306	0.8345	0.5858	0.5013
47	0.6743	0.7694	1	0.7967	0.7949	0.7315
48	0.7983	0.8242	1	0.7243	0.9849	0.8868
49	0.9615	1	0.9037	0.9162	0.8576	0.8169
50	0.9241	1	0.8767	0.8875	0.8491	0.7658
51	0.9412	0.9689	0.9664	1	1	1
52	0.8137	0.7606	0.8635	0.9919	0.8798	0.9011
53	0.6548	0.8969	0.7200	0.9454	0.7653	0.8894
54	1	1	1	1	1	1
55	1	0.9109	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1	1
57	0.6078	0.6540	0.9832	0.6005	0.7038	0.5931
58	0.8958	0.9735	0.8073	0.8034	0.8093	0.9668
59	0.7810	0.7941	0.6921	0.7418	0.6705	0.7193
60	1	1	1	0.8995	0.8609	0.9015
61	1	1	1	1	1	1
62	1	1	0.8834	0.9765	0.9058	0.8990
63	0.7390	1	0.9350	0.8450	0.8913	0.9762
64	0.9144	0.8823	0.7324	0.8471	0.9755	0.8254
65	1	1	1	1	0.8228	0.8724
66	0.7202	0.7161	0.8926	0.8030	0.7210	0.8205
67	0.6898	0.7246	1	0.9779	1	0.8925
68	1	0.8420	0.8836	1	0.7903	0.9422
69	1	0.9409	1	1	0.9817	1
70	0.8895	0.8470	0.9044	0.9623	0.9912	0.7819
71	1	1	1	1	1	1

**Lisa 4. Piimakarja tervise ja puhta tehnilise efektiivsuse seosed aastatel 2012 ja 2017**

<b>Sõltumatud muutujad</b>	<b>2012</b>			<b>2017</b>		
	<b>Regressioon-kordaja</b>	<b>T-stat</b>	<b>P-value</b>	<b>Regressioon-kordaja</b>	<b>T-stat</b>	<b>P-value</b>
Praakimismäär, %	0.0021	1.3715	0.1752	0.0026	1.5806	0.1191
Piimatoodang, kg	0.0000	2.9597	0.0044	0.0000	1.8694	0.0663
Piima rasvasisaldus, %	0.0725	0.9654	0.3381	0.0860	1.4832	0.1431
Piima valgusisaldus, %	-0.1115	-0.6745	0.5025	-0.3044	-1.9106	0.0607
Somaatilised rakud, tuh/ml-s	-0.0003	-1.9639	0.0540	-0.0001	-1.5438	0.1277
Esmaspoegimisvanus, päeva	-0.0002	-1.8729	0.0658	-0.0005	-2.3309	0.0230
Tootlik iga, päeva	-0.0002	-1.9484	0.0559	0.0000	0.1325	0.8951
Väljamineku vanus, päeva	0.0002	2.2045	0.0312	0.0000	-0.0546	0.9566

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Kadri Punder,

Sünniaeg 14.08.1995,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

Piimakarja tervis ja selle seosed ettevõtete tootlikkuse ja tehnilise efektiivsusega Eestis aastatel 2012–2017,

mille juhendaja on Helis Luik-Lindsaar,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_

(allkiri)

Tartu, \_\_\_\_\_

(kuupäev)

---

**Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

---

(juhendaja nimi ja allkiri)

---

(kuupäev)